

g381 K

ISSN 0288 - 6901
CODEN: EKGSDX

愛媛県環境保全センター所報

第 14 号

平成 6 年 3 月

Report of Ehime Prefectural Research
Center for Environmental Protection

No. 14 Mar. 1994



愛媛県環境保全センター

g381K

ISSN 0288 - 6901
CODEN: EKGSDX

愛媛県環境保全センター所報

第 14 号

平成 6 年 3 月



愛媛県環境保全センター

はじめに

今日の環境問題は、地球環境という空間的広がりと将来の世代にわたる影響という時間的な広がりを持つ問題となっていると言われております。

こうした中、平成5年11月に「環境基本法」が公布・施行され、我が国の環境政策の基本理念と基本的施策の総合的枠組みが示され、平成6年1月には、環境基本計画の作成について中央環境審議会に諮問がなされるなど、今後はこれに基づき新しい視点での環境政策が進められていくものと考えております。

また、平成5年には、水質環境基準（健康項目）の改訂・追加や工場・事業場の排水基準の追加設定、地下水監視項目の増大、海域における窒素、燐の環境基準の設定と排水基準の設定、悪臭物質の追加指定がなされるなど、環境対策が強化されました。

一方、本県では大気汚染をはじめ水質汚濁や化学物質等による水環境汚染、自然放射線分布状況など、私たちの生活に身近な環境実態の調査研究を継続して実施すると共に、新しい知見の収集・蓄積、高度分析機器の導入、分析能力の向上に重点をおいて環境保全対策を積極的に進めているところであります。

本所報は、平成5年度の調査研究業務の一環として、内外の調査研究実績を参考にしながら、本県の環境実態とその内容を解析し、研究成果としてとりまとめたものであります。

当センターは、平成5年4月1日から「環境保全センター」に改称するとともに総務課に環境情報係を新設するなど、組織を強化して新しくスタートいたしました。

今後も、試験研究機関としての立場から本県の環境保全に寄与してまいりたいと考えておりますので、なお一層の御支援と御鞭撻をお願いいたします。

平成6年3月

愛媛県環境保全センター

所長 西原博明

愛媛県における酸性雨実態調査結果について (第3報)

山内昌博・芝 信明・門家重治

1. はじめに

現在、酸性雨は、地球規模の環境問題の一つとして認識されており、国際的な取り組みの必要性が高まっている。

わが国では、現時点においては、ヨーロッパや北米のように、森林の衰退や湖沼の酸性化による生物の死滅など酸性雨による生態系への影響は顕在化していないが¹⁾、酸性雨モニタリングは、その実態を把握し適切な対応をとるためにも、ますます重要になってきている。

本県においては、昭和56年度から梅雨期及び秋雨期に、初期降雨と一雨全量降雨に関する調査を行ってきたが、平成2年度からは、環境庁方式のろ過式採取装置を用いて通年調査を実施している。

第1報、第2報では、雨水中の成分相互の関係や季節変化等について報告した^{2,3)}。

本報は、3年分の調査結果を取りまとめ、 SO_4^{2-} や NO_3^- など人為由来成分の季節別当量濃度比から降水成分の地域特性や季節変化の特徴等について検討を行ったので、その概要を報告する。

2. 調査方法

2.1 調査地点

前報にひきつづき、松山市、新居浜市及び八幡浜市の3地点で実施した。調査地点を図1に、その概要を表1に示す。

2.2 調査期間

調査は、松山市は平成2年4月～平成5年3月、新居浜市と八幡浜市は平成2年5月～平成5年3月に実施した。

2.3 試料採取方法

試料採取は、酸性雨等調査マニュアル⁴⁾に基づき1週間毎にろ過式採取装置で雨水を採取し、それを分析した。

2.4 調査項目及び分析方法

表2に、調査項目及び分析方法を示す。

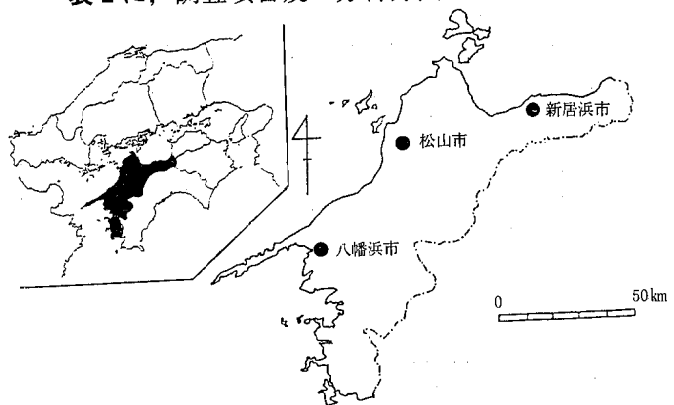


図1 調査地点図

表1 調査地点の概要

地点名	採取地点	用途地域	海からの直線距離(km)
松山市	環境保全センター屋上	近隣商業地域	5.5
新居浜市	新居浜保健所屋上	住居地域	3.0
八幡浜市	八幡浜中央保健所屋上	近隣商業地域	1.5

表2 調査項目及び分析方法

調査項目	分析方法
pH	ガラス電極法
導電率 (EC)	導電率計による方法
硫酸イオン (SO_4^{2-}) 硝酸イオン (NO_3^-) 塩化物イオン (Cl^-)	イオンクロマトグラフ法
アンモニウムイオン (NH_4^+)	インドフェノール法
カルシウムイオン (Ca^{2+}) マグネシウムイオン (Mg^{2+}) カリウムイオン (K^+) ナトリウムイオン (Na^+)	原子吸光法

3. 結果及び考察

3.1 降水量

表3に、3地点における全調査期間及び各年度ごとの月平均降水量を示した。各年度を通して松山市は少なく、八幡浜市は多い傾向にあった。図2は、3地点における降水量の3か年の月別平均値を示したグラフである。

新居浜市と八幡浜市は8～9月に降水量が多かったが、松山市は少なく、異なる傾向を示した。

3.2 pHの経月変化及び出現頻度

図3に、3地点におけるpHの3か年の月別平均値（加重平均）を示した。各地点とも、7月はpH4.5以下であるが、9月に最も高い値を示し、その後12～1月にかけて低くなっており、類似した変動をみせている。

図4に、3地点におけるpHの出現頻度を0.5きざみで示した。地点別最多出現は松山市はpH4.0～4.5の69検体で全体の56%、新居浜市

はpH4.5～5.0の51検体で全体の44%、八幡浜市はpH4.5～5.0の43検体で全体の37%であった。

表4に、調査期間中の平均値及び季節別平均値（加重平均）を示した。季節の区分は、前報にひきつづき春季を3～5月、夏季を6～8月、秋季を9～11月、冬季を12～2月とした。

3.3 降水量, pH, ECの関係

図5に、週毎の降水量とpHの関係を示した。各地点とも、降水量が多くなるにつれて約4.5～5.0に収束する傾向を示している。また降水量の少ない場合は、pHの出現範囲は広いが、一般的に酸性雨と呼ばれるpH5.6以下の降雨が大半を占めている。

図6に、週毎の降水量とECの関係を示した。一般的に初期降雨のECは、ウォッシュアウトにより大きな値を示すが、降水量が多くなるほど希釈され徐々に小さい値になると報告されて

表3 月平均降水量 (mm/月)

期間	地点	松山市	新居浜市	八幡浜市
全調査期間平均値		110	126	152
2年度平均値		116	164	140
3年度平均値		126	116	160
4年度平均値		89	101	157

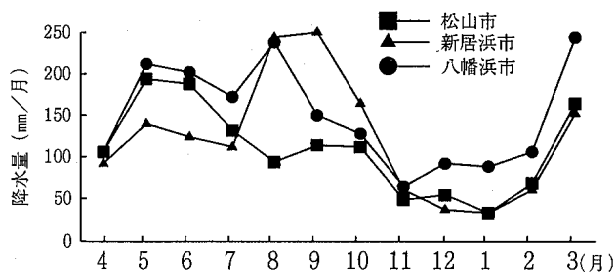


図2 降水量の月別平均値

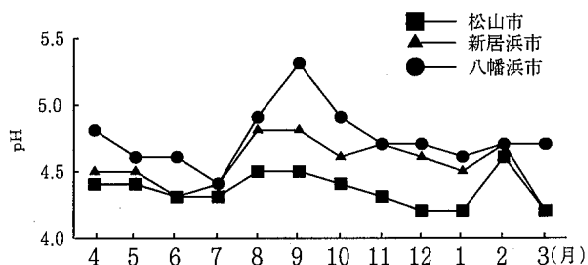


図3 pHの月別平均値

表4 pHの全調査期間中及び季節別平均値

採取地点	全調査期間中の平均値	春季	夏季	秋季	冬季
松山市	4.4	4.3	4.4	4.4	4.3
新居浜市	4.5	4.4	4.5	4.7	4.5
八幡浜市	4.7	4.7	4.6	5.0	4.6

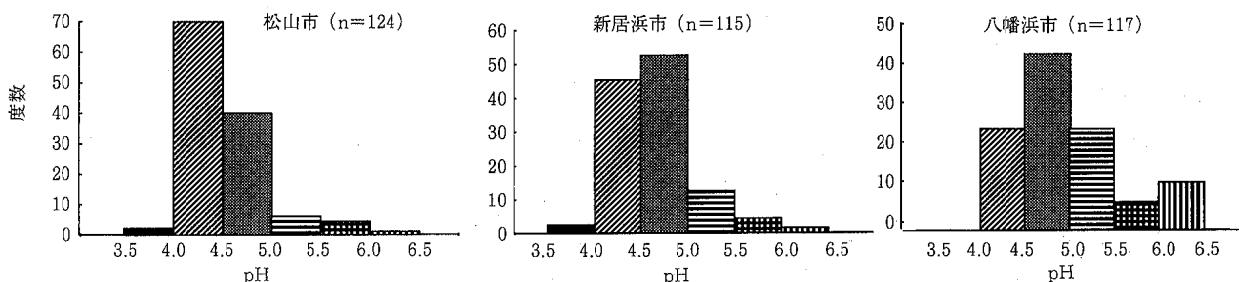


図4 pH階級別度数分布

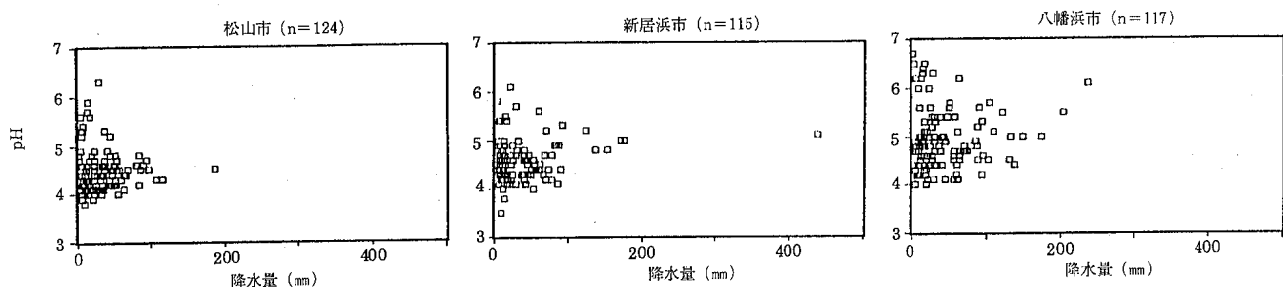


図5 降水量とpHの関係

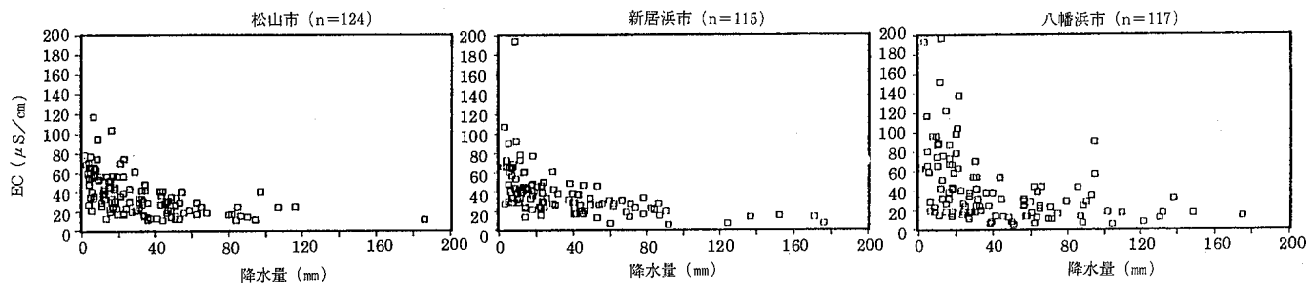


図6 降水量とECの関係

いる。

本県の場合も、各地点とも、降水量が多くなるほどECは小さくなる傾向が認められた。

3.4 各成分間の関係

表5に、月毎の各降水成分濃度間の相関マトリックスを示した。表中、非海塩由来分(nss-)の間で特に相関が高かった。

はNa⁺を基準として前報のとおりに求めた。

降水量と全変数間及びH⁺と一部の成分間に負の相関がみられた以外は、殆どの変数間で有意な正の相関がみられた。その中で海塩起源の成分と考えられるNa⁺とCl⁻、Na⁺とMg²⁺の間で特に相関が高かった。

表5 相関マトリックス

	降水量	EC	H ⁺	SO ₄ ²⁻	NO ₃ ⁻	Cl ⁻	NH ₄ ⁺	Ca ²⁺	Mg ²⁺	K ⁺	Na ⁺	nss-SO ₄ ²⁻	nss-Ca ²⁺
降水量		-0.639 -0.618 0.501	-0.029 -0.321 -0.073	-0.666 -0.669 -0.593	-0.650 -0.720 -0.615	-0.496 -0.369 -0.378	-0.375 -0.696 -0.706	-0.615 -0.605 -0.706	-0.484 -0.368 -0.422	-0.429 -0.553 -0.482	-0.495 -0.363 -0.531	-0.634 -0.667 -0.598	-0.589 -0.607 -0.706
EC	** ** **		0.480 0.722 0.130	0.865 0.977 0.871	0.654 0.886 0.777	0.806 0.622 0.900	0.488 0.809 0.653	0.477 0.781 0.654	0.751 0.595 0.875	0.325 0.539 0.686	0.791 0.592 0.889	0.792 0.970 0.760	0.417 0.775 0.532
H ⁺	** ** **	** ** **		0.222 0.662 0.171	0.277 0.547 0.086	0.145 0.058 -0.130	0.331 0.392 0.024	-0.296 0.288 -0.083	0.105 0.069 -0.146	0.126 0.094 0.045	0.152 0.012 -0.161	0.214 0.596 0.247	-0.322 0.302 -0.057
SO ₄ ²⁻	** ** **	** ** **	* *		0.651 0.919 0.931	0.636 0.587 0.693	0.382 0.865 0.885	0.760 0.804 0.814	0.618 0.523 0.678	0.309 0.598 0.818	0.587 0.563 0.668	0.985 0.397 0.976	0.730 0.801 0.754
NO ₃ ⁻	** ** **	** ** **	* *	** ** **		0.509 0.538 0.598	0.800 0.915 0.900	0.577 0.744 0.776	0.505 0.437 0.576	0.720 0.647 0.804	0.477 0.532 0.569	0.621 0.914 0.924	0.550 0.741 0.733
Cl ⁻	** ** **	** ** **	** ** **	** ** **	** ** **		0.433 0.582 0.532	0.470 0.654 0.558	0.977 0.916 0.969	0.347 0.487 0.559	0.985 0.991 0.987	0.497 0.519 0.522	0.391 0.609 0.407
NH ₄ ⁺	* ** **	** ** **	*	* ** **	** ** **	** ** **		0.289 0.711 0.672	0.445 0.472 0.485	0.737 0.591 0.687	0.412 0.560 0.496	0.337 0.854 0.892	0.259 0.703 0.634
Ca ²⁺	** ** **	** ** **	** ** **	** ** **	** ** **	** ** **	** ** **		0.514 0.664 0.627	0.400 0.726 0.806	0.407 0.666 0.541	0.757 0.780 0.795	0.996 0.998 0.985
Mg ²⁺	** ** **	** ** **	** ** **	** ** **	** ** **	** ** **	** ** **	** ** **		0.366 0.428 0.541	0.947 0.898 0.959	0.484 0.461 0.513	0.441 0.627 0.488
K ⁺	** ** **	** ** **	** ** **	** ** **	** ** **	** ** **	** ** **	** ** **	*		0.344 0.522 0.551	0.270 0.578 0.797	0.381 0.721 0.770
Na ⁺	** ** **	** ** **	** ** **	** ** **	** ** **	** ** **	** ** **	** ** **	** ** **	*		0.438 0.493 0.489	0.324 0.621 0.385
nss-SO ₄ ²⁻	** ** **	** ** **	* *	** ** **	** ** **	** ** **	** ** **	** ** **	** ** **	** ** **	** ** **		0.741 0.781 0.770
nss-Ca ²⁺	** ** **	** ** **	** ** **	** ** **	** ** **	** ** **	** ** **	** ** **	** ** **	** ** **	** ** **	** ** **	

(注) 1) 上段: 松山市 n=36, 中段: 新居浜市 n=35, 下段: 八幡浜市 n=35

2) *: 95%で有意, **: 99%で有意

図7に、 Na^+ と Cl^- の成分濃度の関係を3地点の月別全データにより示した。両者は海水組成1.0:1.8の比にはほぼ相当しており、降水中の Na^+ 、 Cl^- の起源は海塩由来と考えられる。

また人為起源によると考えられる nss-SO_4^{2-} と NO_3^- 、 nss-SO_4^{2-} と NH_4^+ 、 nss-SO_4^{2-} と nss-Ca^{2+} 、 NO_3^- と NH_4^+ 、 NO_3^- と nss-Ca^{2+} の間で相関が高かった。

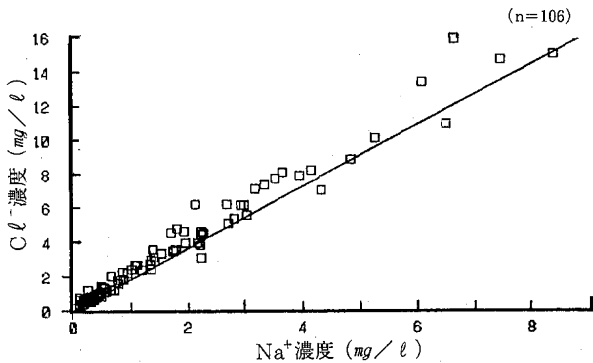


図7 Na^+ と Cl^- の成分濃度の関係

3.5 成分濃度

図8に、各地点の月平均イオン当量濃度から求めた季節別の3か年平均当量濃度(加重平均)をレーダーチャートにプロットした(黒色は非海塩由来分を表す)。

海塩由来の Na^+ 、 Cl^- は、各地点とも秋季から冬季にかけて大きい割合を占めており、最も海に近い八幡浜市では、年間を通じて海塩の影響を受けていることが認められる。非海塩由来分は、レーダーチャートの形状から、新居浜市と八幡浜市の降水成分の組成が類似していることを示唆しているが、松山市は、他の2地点と形状が異なっている。そこで、この3地点の地域差について次の検討を試みた。

3.6 成分組成の地域特性

降水を酸性化させる主な成分である SO_4^{2-} と NO_3^- について、図9に季節別の $\text{NO}_3^-/\text{nss-SO}_4^{2-}$ の当量濃度比を示した。各地点の特徴をみると、新居浜市は年間を通じて NO_3^- の寄与が他の地域に比べて高く、八幡浜市では季節変動が認められ、他の2地点に比べて異なる傾向を示している。

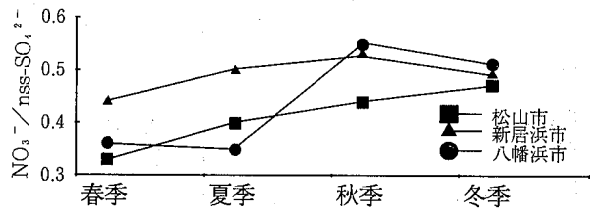


図9 季節別の $\text{NO}_3^-/\text{nss-SO}_4^{2-}$ 比

一方、降水を中和させる主な成分である Ca^{2+} と NH_4^+ について、図10に季節別の $\text{NH}_4^+/\text{nss-Ca}^{2+}$ の当量濃度比として表した。松山市は他の地点より年間を通じて低くなっており、他の2地点とは異なった傾向を示していることがわかる。

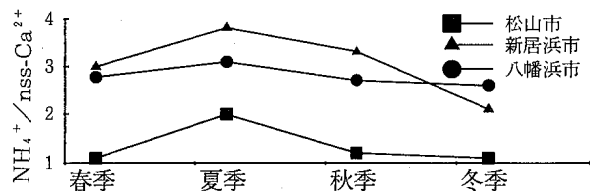


図10 季節別の $\text{NH}_4^+/\text{nss-Ca}^{2+}$ 比

各地点とも夏季がピークとなっているが、この季節変化の要因は、 NH_4^+ の前駆物質である NH_3 ガスの大気中濃度が春から夏にかけて高くなること⁵⁾、 nss-Ca^{2+} の起源である土壌や道路ダストが冬から春にかけて季節風と大気の乾燥により舞い上がり、これらが降雨に取り込まれて nss-Ca^{2+} の濃度が高くなるという報告⁶⁾に関連付けられる。

図11に、pHと季節別の3か年平均当量濃度から求めた $(\text{NH}_4^+ + \text{nss-Ca}^{2+})/(\text{NO}_3^- + \text{nss-SO}_4^{2-})$ の比との関係を示した。この比の値が、大きくなるほど、降水中の酸は中和され、pHは高くなると考えられるが、本県でも他の報告にあるような傾向を示した⁷⁾。

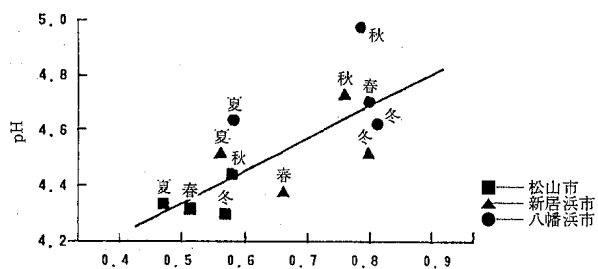


図11 当量濃度比とpHの関係

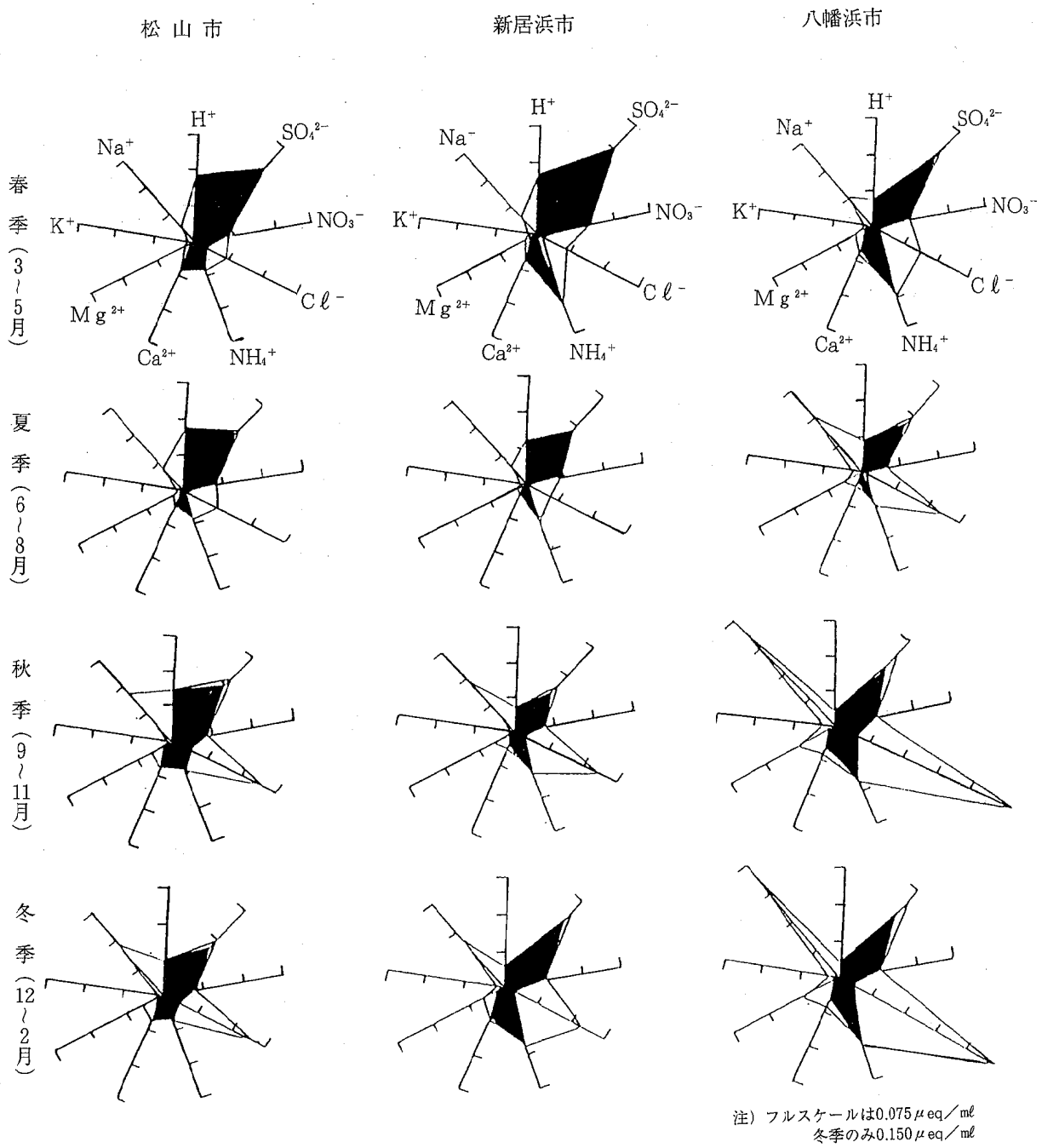


図8 レーダーチャート

4. まとめ

県下3地点(松山市, 新居浜市及び八幡浜市)における平成2~4年度の酸性雨実態調査から, 次の結果を得た。

(1) pHの3か年平均値(加重平均)は, 松山市は4.4, 新居浜市は4.5, 八幡浜市は4.7であった。

(2) 各地点とも, 降水量が多くなるとpHは約4.5~5.0に収束し, ECは小さくなる傾向が

認められた。

(3) 各地点とも, 水素イオンを除き, ほぼ全ての降水成分間で正の相関があり, 特に海塩起源と考えられる Na^+ , Mg^{2+} , Cl^- 間で強い相関がみられた。

(4) 降水成分の地域差を示す指標である $\text{NO}_3^-/\text{nss-SO}_4^{2-}$ の当量濃度比は, 新居浜市は年間を通じて高く, 八幡浜市は季節変動が認められた。

また、 $\text{NH}_4^+/\text{nss-Ca}^{2+}$ の当量濃度比は、松山市は年間を通じて低く、新居浜市、八幡浜市は高かった。

このように3地点の降水成分に差があることが認められた。

おわりに、本調査の実施にあたり、八幡浜中央保健所の方々にご協力を頂きましたことを、厚くお礼申し上げます。

—参考文献—

- 1) 環境庁大気保全局大気規制課：酸性雨調査法，1993.
- 2) 大西こずえ他：愛媛県公害技術センター所報，第12号，36～41，1992.
- 3) 大西こずえ他：愛媛県公害技術センター所報，第13号，1～5，1993.
- 4) 環境庁大気保全局：酸性雨等調査マニュアル（改訂版），1990.
- 5) 山本憲子他：日本化学会誌，No.8，1226～1230，1983.
- 6) 横浜市環境科学研究所：酸性雨に関する調査研究報告書，15～29，1993.
- 7) 玉置元則他：環境研究，No.91，30～40，1993.

新居浜地区における高濃度オキシダント発生要因の検討

二宮 久・金子敏明・野間そま子
服藤 峻・新 次美

1. はじめに

当センターでは、大気汚染防止法に基づき、東予支所に環境監視テレメータシステム（以下「テレメータ」という。）を設置し、東予地域の大气汚染状況の常時監視を行うとともに、特定の物質が所定要件に達した場合には、注意報発令等の緊急時の措置を講じている。

近年、注意報発令に至る物質は、オキシダントのみとなっており、その発令頻度も昭和50年前後に比べると著しく低下しているが、現在でも気象状況等によっては0.1ppm以上の高濃度のオキシダントが観測されている。

このオキシダント濃度の予測については、これまでも各地で種々の検討がなされてきたが^{1)~5)}、発生源や風系等の局地気象の違いにより、地域に固有の状況がみられるため、当地域について、その発生機構の解明を試みることは、地域特有の現象を含むより細密化した予測手法

構築の基礎になるものと考えている。

東予地域に限った解析としては、中村ら⁶⁾の統計的手法に基づく予測の検討があるが、筆者らは、主に気象の側面から、新居浜地区における高濃度オキシダントの発生要因について検討を行ったので報告する。

2. 解析データ

2.1 地域概況

新居浜地区は、図1のとおり、北は燧灘に面し、残り三方を東の讃岐山地、南の四国山地、西の高縄山地に囲まれた、東西に細長い東予地域平野部の中央に位置している。また、その気象は、弱風の海陸風が卓越する内海性気象となっている。

大気汚染物質の主な固定発生源としては、化学工業、金属工業、火力発電所等の工場群が、狭い平野の沿岸部に立地している。また、主な

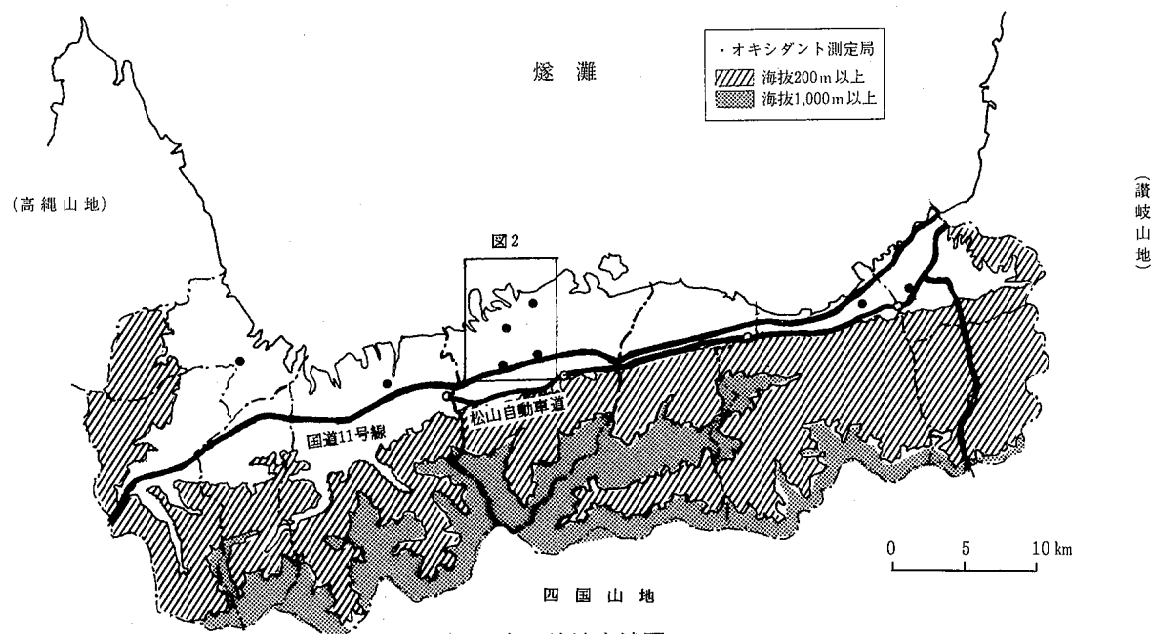


図1 東予地域広域図

移動発生源としては、平野内陸部を東西に走る松山自動車道、国道11号線及び主要地方道の自動車排ガスがある。

2.2 調査期間

解析には、平成5年4月から同年9月までのデータを用いた。

2.3 測定局及び測定項目

テレメータでは、東予地域31局のデータを収集しているが、本稿では、新居浜地区の測定データのうち、表1及び図2に示す測定局及び測定項目のデータを解析に用いた。

3. 解析

3.1 オキシダントのバックグラウンド濃度

3.1.1 算出方法

オキシダントのバックグラウンド濃度として、

表1 解析に用いた測定局及び測定項目

局No	測定局名	東経(°)	北緯(°)	測定項目	設置場所概要
①	北小松原	133.2944	33.9725	WD WV	住宅地
②	高津	133.3053	33.9711	WD WV Ox NOx HC	学校グラウンド
③	新居浜工高	133.2720	33.9583	WD WV	3階建校舎屋上
④	センター	133.2825	33.9551	WD WV Ox NOx HC T(7m) SS AP	学校グラウンド
⑤	泉川	133.3066	33.9350	WD WV Ox NOx HC	学校グラウンド
⑥	中村	133.2820	33.9282	WD WV Ox NOx HC	病院敷地内
⑦	金子山	—	—	T(202m) T(250m)	電波塔

(注) WD: 風向, WV: 風速, Ox: オキシダント, NOx: 窒素酸化物, HC: 炭化水素, T(h): 海拔h(m)での気温, SS: 日射量, AP: 気圧

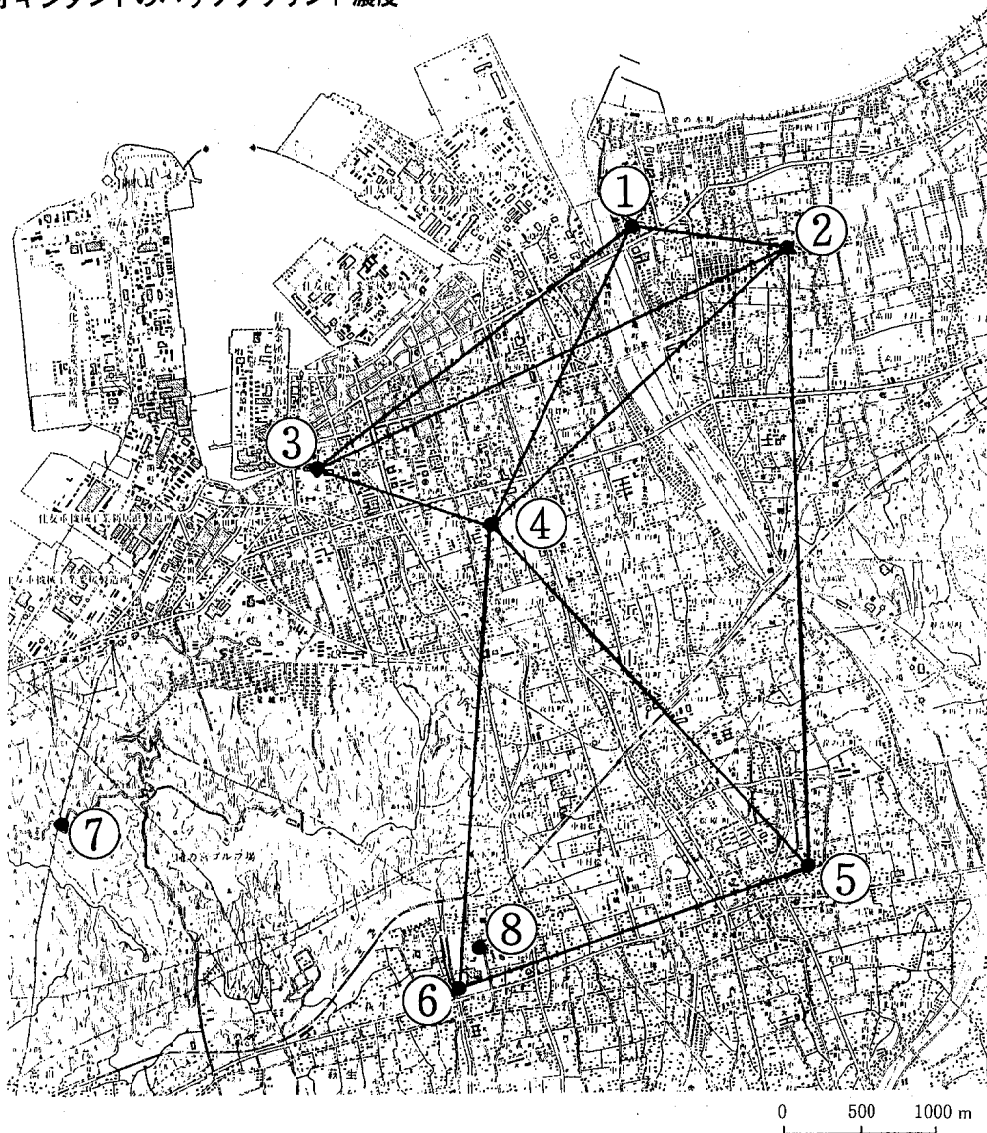


図2 新居浜地区測定局等位置図

毎日0時から6時までの間のオキシダント濃度の平均値を求めた。

3.1.2 結果及び考察

オキシダントのバックグラウンド濃度と気圧の日平均値との関係を図3に示す。

気圧が極小値を示した直後に、ほぼ対応して、全局でオキシダント濃度のピークがみられる。特に、著しく発達した低気圧が日本海を通過した6月1日～3日には、全局で継続して高濃度のオキシダント濃度を計測しており、そのピーク値も同程度となっている。

この現象は、寒冷前線通過時のみでなく、当地域南方を低気圧が通過した際にも同様に現れており、低気圧による対流圏攪乱により、対流圏上部の高濃度オゾンが対流圏下層にまで移流・混合されることによるものと考えられる。特に、4月はピーク濃度が高く、成層圏と対流圏との圏界面が不安定になることによるいわゆる“Spring Maximum”の影響が顕著に現れている。

図から、このバックグラウンド濃度のピークは、接地気層では速やかに解消していることが

わかるが、6月9日の弱い低気圧通過の際に、6月1日～3日とほぼ同等の濃度レベルまで上昇していることから、接地気層より上の境界層においては、オゾンの消滅速度はゆるやかで、下層への移流、混合の状況によっては、光化学オキシダントのバックグラウンドとして寄与することが考えられる。

3.2 積算日射量

3.2.1 算出方法

積算日射量は、日射量（1時間積算値）を日毎に0時から当該時刻まで積算して求めた。

3.2.2 結果及び考察

図4にセンター局における積算日射量とオキシダント濃度との関係を示す。オキシダントは、その発生機構から、十分な日射が高濃度となる必要条件であると考えられるが、図からも明らかのように、日射量が十分大きい場合でも、オキシダントが高濃度とならない場合もある。ここに気象等他の因子の関与があるものと推測される。図中の包絡線から、センター局においては、オキシダント濃度が0.12ppm以上となる必要条件是積算日射量約16.50MJ/m²以上と推定

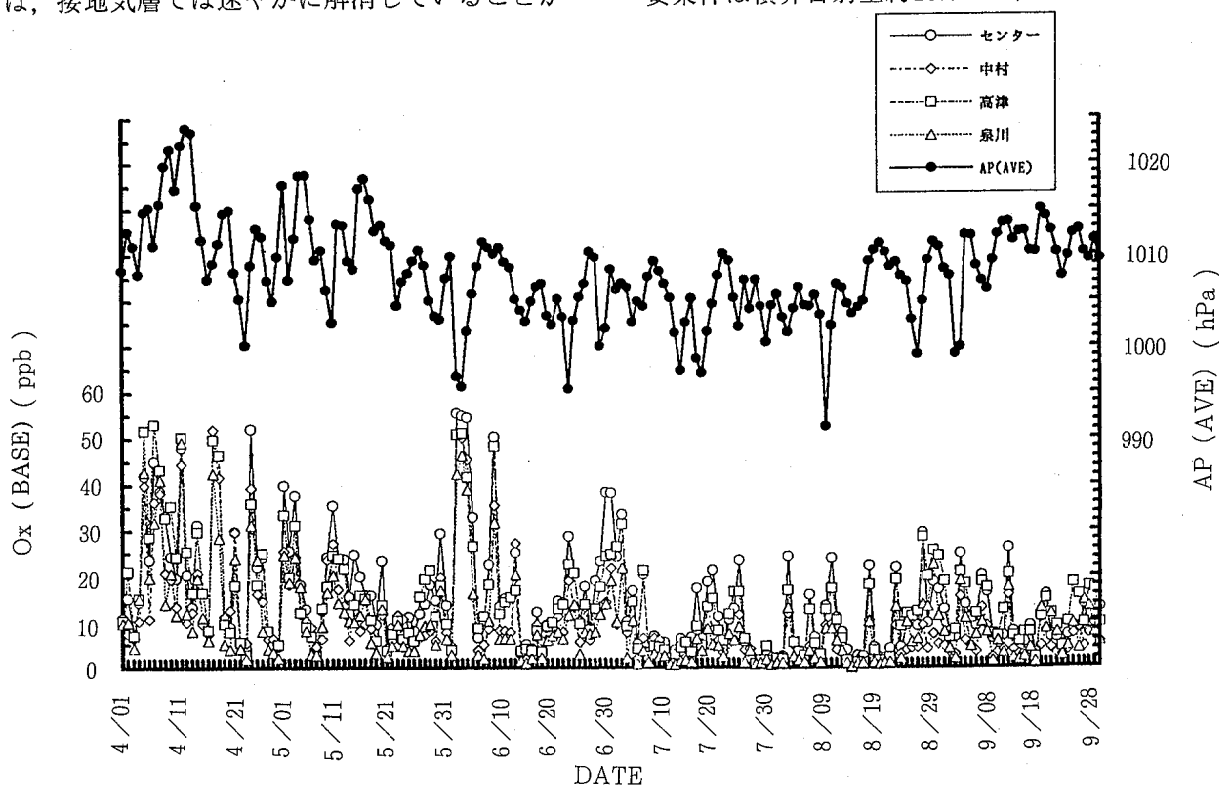


図3 オキシダントのバックグラウンド濃度と気圧の関係

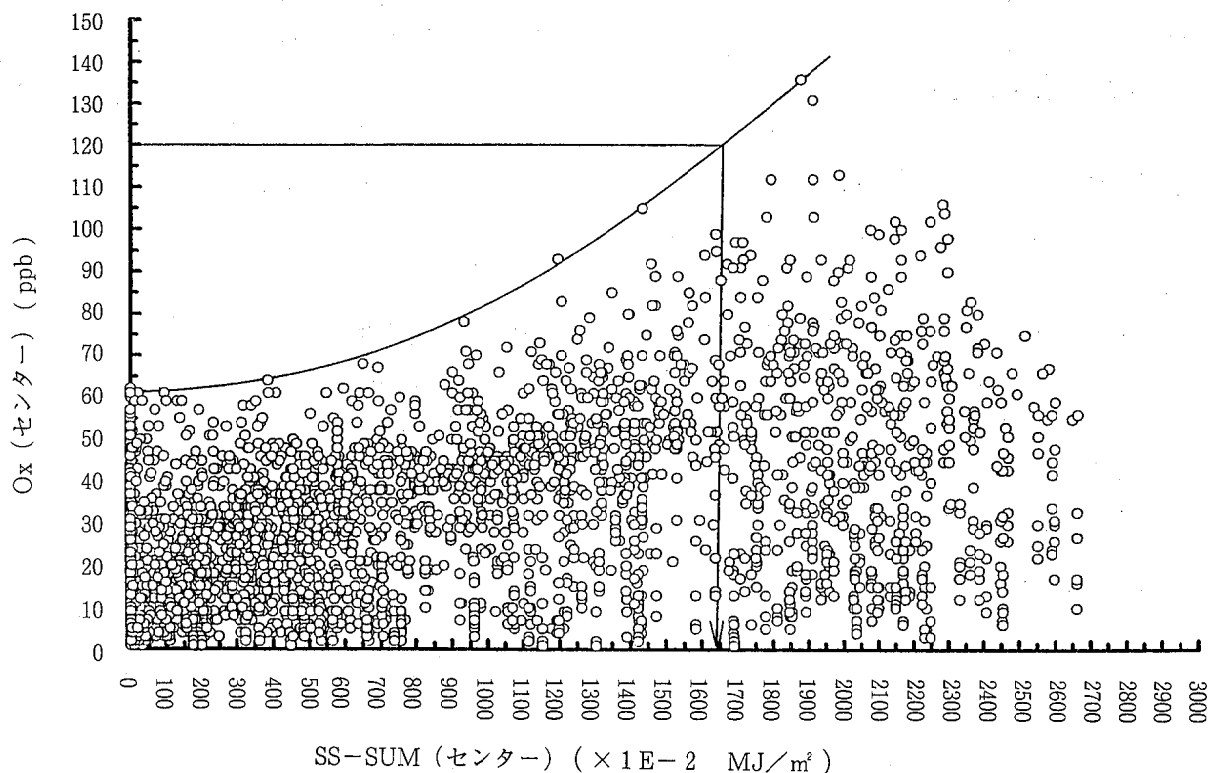


図4 積算日射量とオキシダント濃度の関係

される。以下 3.3 においては、測定データを日積算日射量とオキシダント濃度の階級により表 2 のとおり分類し、解析を行った。

表 2 日積算日射量とオキシダント濃度による分類

グループ	日積算日射量 MJ/m ²	オキシダント濃度(Ox) ppm
I	≥16.50	Ox ≥ 0.12 ppm
II	同上	0.12 > Ox ≥ 0.10
III	同上	0.10 > Ox ≥ 0.08
IV	同上	0.08 > Ox ≥ 0.06
V	同上	0.06 > Ox ≥ 0.04
VI	同上	0.04 > Ox

3.3 大気安定度

3.3.1 算出方法

大気安定度は、当該時刻の日射量及び地上風速により、Pasquillの安定度階級（日本式）に従って分類した。なお、夜間については、放射収支量の観測を行っていないため、算出できなかった。

3.3.2 結果及び考察

日中の大気安定度の時刻推移を表 2 のグルー

プ毎に図 5 ~ 10 に示す。いずれのグループも、日の出後の安定度 D（ほぼ中立）から、8 時前後に不安定側に変化し、安定度 A（強不安定）から安定度 B（並不安定）で推移した後、日没近くに再び安定度 D に戻っており、オキシダント濃度の小さいグループほど日射が強い時間帯の安定度が幾分安定側によっている他は、各グループ間に大きな差異はみられない。

これは、いずれのグループも日積算日射量 16.50 MJ/m² 以上を共通の条件として抽出したため、晴天日の共通のパターンを示しているものと考えられる。また、Pasquill の分類は、低層の安定度に対応したものであることから、上層を含めた解析の必要性を窺わせる。

3.4 風系

3.4.1 算出方法

風の東西成分（東方向へ吹く風を正とした。）及び南北成分（北方向へ吹く風を正とした。）の風速値は、風向、風速データからベクトル分解して算出した。

また、鉛直方向の風成分については、任意の

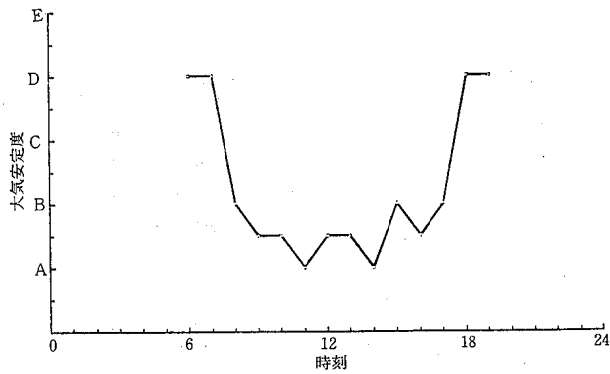


図5 大気安定度の時刻推移 (グループI)

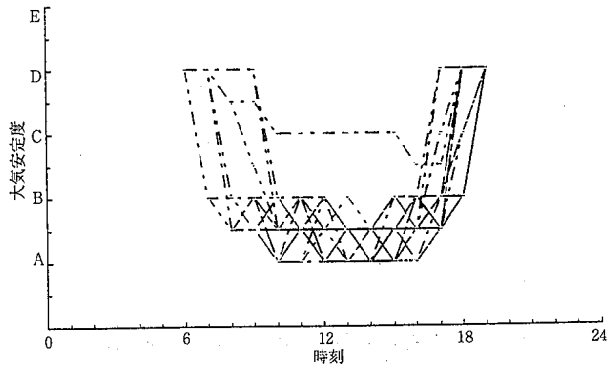


図8 大気安定度の時刻推移 (グループIV)

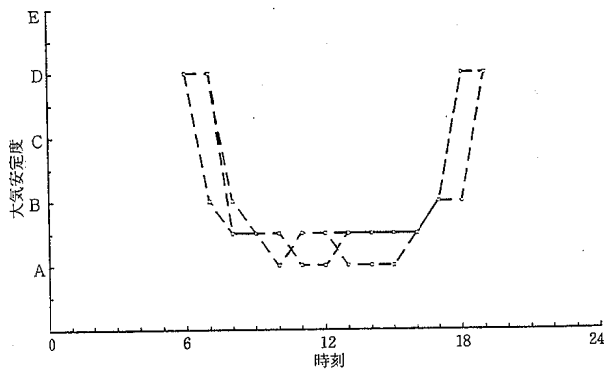


図6 大気安定度の時刻推移 (グループII)

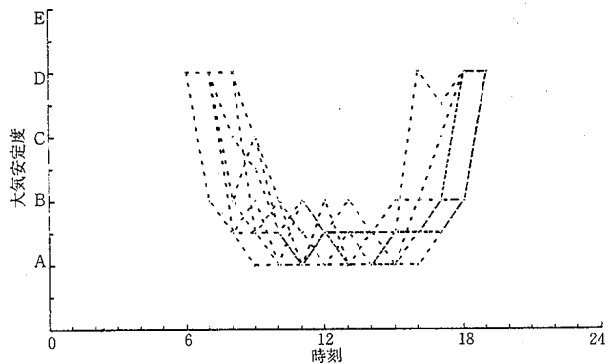


図9 大気安定度の時刻推移 (グループV)

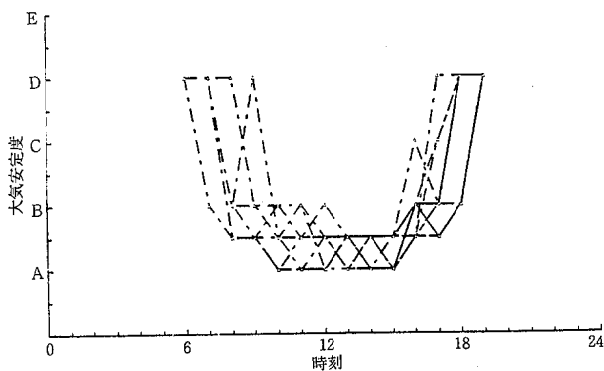


図7 大気安定度の時刻推移 (グループIII)

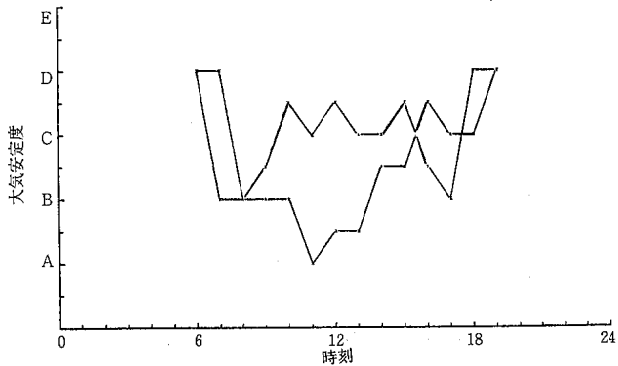


図10 大気安定度の時刻推移 (グループVI)

3局を頂点とする三角形部分について、各辺における風は辺両端での風の平均値であり、かつ同エリア内は水平面であると仮定して、当該部への風の収支から、過不足分を三角部の面積で除して鉛直方向の風成分を算出した。算出に当たっては、上昇流を正とし、単位は1/secとした。この鉛直成分値に一樣と仮定した水平風の高さ(m)を乗ずると、当該三角柱と上層間の鉛直流の風速(m/sec)が得られることになる。

3.4.2 上層風観測方法

上層風の観測は、表3の方法により行った。

3.4.3 結果及び考察

3.4.3.1 風鉛直成分と海陸風

高濃度オキシダントの発生は晴天日に限られ、

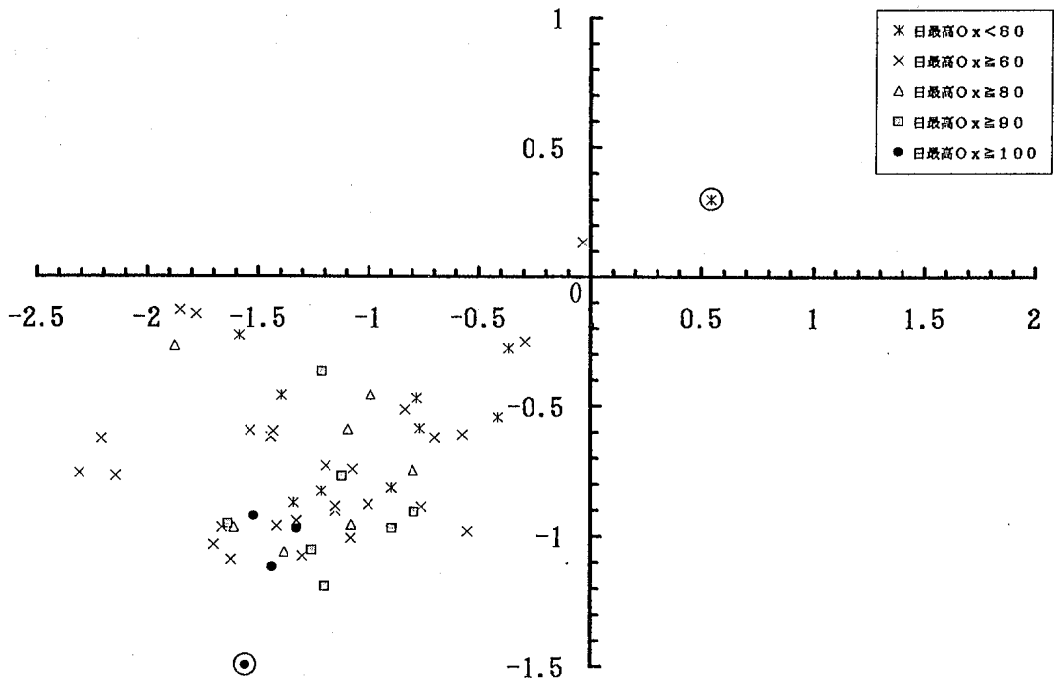
表3 上層風観測方法

測風経緯儀	玉屋商店製JMA-58型
パイボール	トーテック(株)製 (自重20g,ヘリウムガス充填,上昇率100m/分)
追跡時間	20分
飛揚地点	環境保全センター東予支所(2階建)屋上 (図2 ③)

晴天日には海陸風が卓越するが、新居浜地区での海陸風は、南北成分が主となっている。

このため、日積算日射量16.50MJ/m²以上の日を抽出し、センター局の南北成分と、最も沿岸部に位置する北小松原-高津-新居浜工高エリア及び内陸部に位置するセンター-泉川-中村エリアの風鉛直成分について、日中海風が卓越する9~18時及び夜間陸風が卓越する20~6

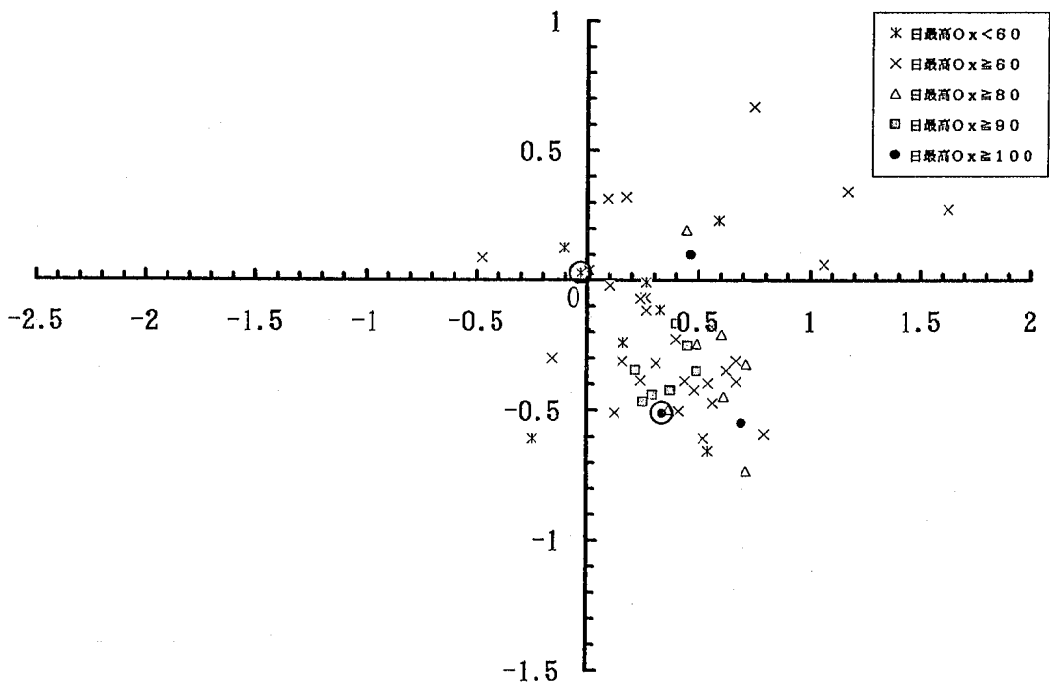
風鉛直成分 (北小松原—高津—新居浜工高: 9~18時) ($\times 1 E - 3 / \text{sec}$)



風 N 成分 (センター: 9~18時) (m/sec)

図11 風成分と日最高オキシダント濃度との関係(日中, 沿岸部)

風鉛直成分 (北小松原—高津—新居浜工高: 20~6時) ($\times 1 E - 3 / \text{sec}$)



風 N 成分 (センター: 20~6時) (m/sec)

図12 風成分と日最高オキシダント濃度との関係(夜間, 沿岸部)

時の間の平均値をとり, その関係を図11~14に示した。さらに, センター局の当日の最高オキシダントの濃度階級をマーカーの種別によって示した。

また, 上層風観測結果を表4に示す。

図から, 日中海風時には, 沿岸部で下降流, 内陸部で上昇流が生じており, 夜間陸風時には, 内陸部, 沿岸部ともごく弱い下降流が生じていることがわかる。

また, 表の上層風観測結果を考えあわせると,

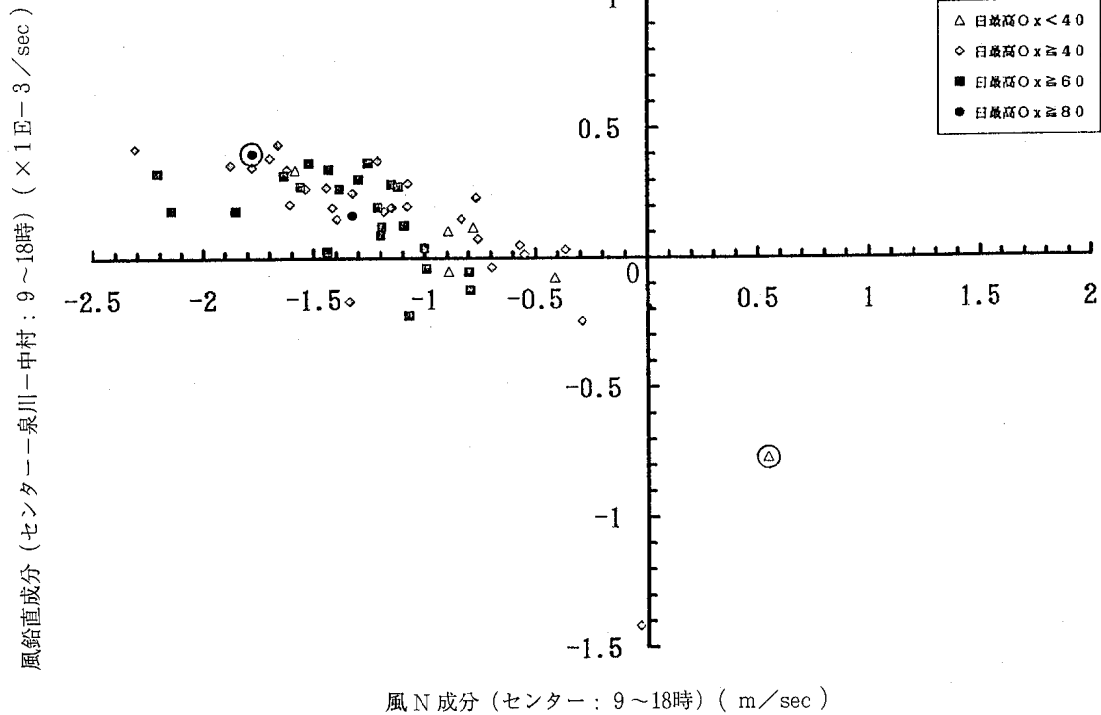


図13 風成分と日最高オキシダント濃度との関係(日中,内陸部)

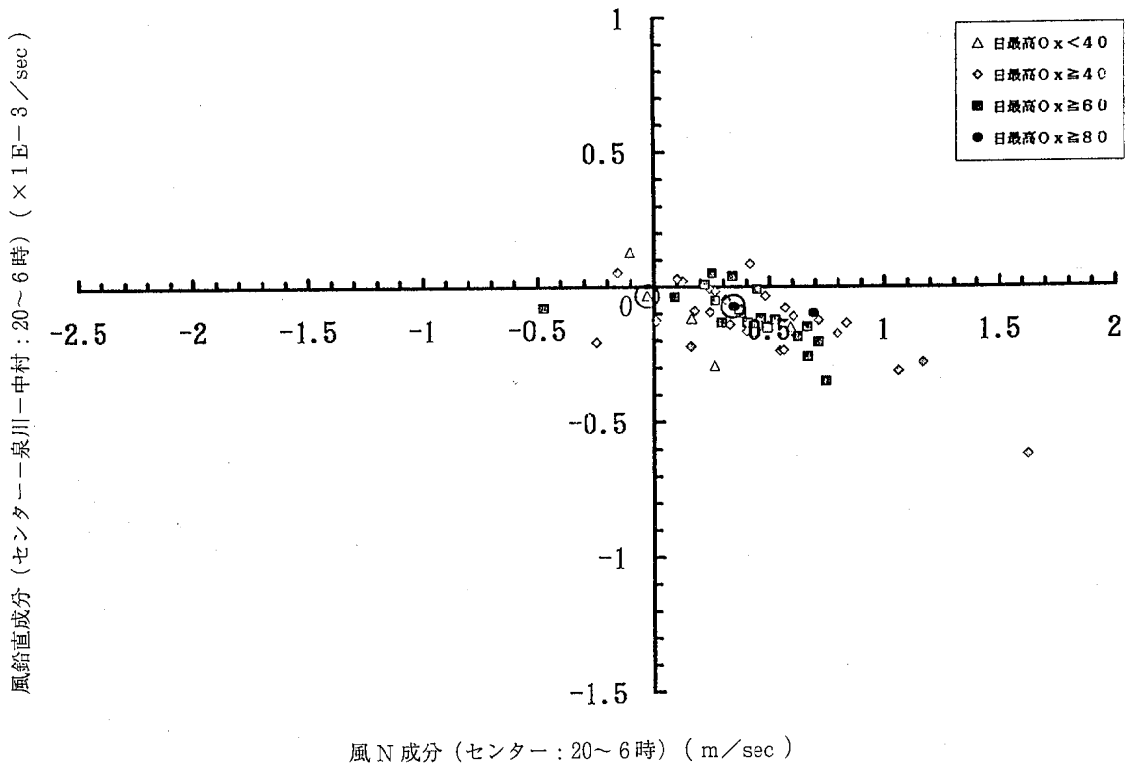


図14 風成分と日最高オキシダント濃度との関係(夜間,内陸部)

晴天日の一般的な風系は、海側からおよそ300 mの高さで内陸部に進入した海風が、四国山地に遮られる形で上昇に転じ、海風の補償流として、逆方向に流れた後、沿岸部で下降する循環流を形成しているものと推定される。

次に、日最高オキシダント濃度との関係をみると、高濃度オキシダントの発生条件としては、前夜から当日朝まで、風速0.5 m以下の陸風及び $0.5 \times 10^{-3} / \text{sec}$ 以下の弱い下降流で、ほとんど風がなく、かつ、日中は、風速1.5 m前後の

海風及び 1.0×10^{-3} /sec以上の強い下降流が吹くことが必要と考えられる。

期間中センター局の日最高オキシダント濃度が最大となった8月31日（以下「最高濃度日」という。）及び最小であった7月12日（以下「最低濃度日」という。）については、図中マーカーを○で囲んで示したが、最高濃度日に、沿岸部での日中の下降流が最も強くなっているのが注目される。

3.4.3.2 特異日の状況

最高濃度日のセンター局及び高津局における風向風速の観測値を表5に示す。両局とも、日中はN系の海風、夜間はS系の陸風が卓越する一般的なパターンを示しており、この観測値のみから、特異な状況を抽出することはできない。

次に、最高濃度日及び最低濃度日のオキシダント濃度と風鉛直成分の時刻推移を図15、16に示す。図中、黒のマーカーは沿岸部に近い測定局またはエリアであることを示し、白のマーカーは内陸部であることを示す。

図から、高濃度日には、沿岸部で日中の下降流が強いのにに対し低濃度日には逆に13時から19時にかけて沿岸部で上昇流が発生している。また、高濃度日の15時には、一時的に沿岸部での下降流が消滅しているが、それに対応するかたちで沿岸部でのオキシダント濃度の伸びが鈍化している。同様に、低濃度日には、沿岸部で上昇流に転じた13時から、高津局及びセンター局のオキシダント濃度が下降しており、通常16前後に現れるピークが出現しないまま、同日は13時が最大となっている。

同一日について沿岸部と内陸部を比較してみると、最高濃度日には、沿岸部で下降流が強いのにに対し、内陸部では、泉川局寄りのエリアで上下流はほとんどなく、中村局寄りのエリアで日中弱い上昇流がみられる。オキシダント濃度は、高津局≒センター局>泉川局>中村局の順となっている。

また、最低濃度日には、泉川局寄りのエリアでは強い上下流はないが、沿岸部で13時から19時にかけて上昇流が強くなり、逆に中村局寄りのエ

表4 上層風観測結果

高度 (×1E+2 m)	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
'93-9-1 10:28 (観測開始)	風向	NNE	NNE	NE	E	SE	S	SSE	SW	W	WNW	W	WSW	W	W	WNW	WNW	WNW	-	-	-
	風速	2.1	2.2	2.5	1.4	0.9	0.2	0.3	0.8	1.5	2.1	2.5	2.3	2.5	2.6	2.8	2.0	2.09	-	-	-
" 14:27	風向	NNE	NNE	NNE	ENE	SE	SSE	SE	S	SW	SW	SSW	SW	WSW	SW	WSW	WSW	WSW	WSW	W	W
	風速	2.4	1.6	0.9	1.6	1.5	1.0	0.8	0.6	1.3	1.6	1.8	2.6	3.5	4.2	4.8	5.1	4.4	3.4	5.1	7.6
" 16:25	風向	NE	NE	ENE	E	E	ESE	SSE	NNW	NNW	W	WSW	WSW	W	W	WNW	WNW	WNW	NW	WNW	WNW
	風速	2.1	2.5	2.4	2.6	1.9	1.9	0.7	0.8	1.1	1.5	2.8	3.5	3.6	2.9	3.2	3.2	4.8	6.8	6.7	7.3

(注)1 上段は風向観測値(16方位)、下段は風速観測値(m/sec)を示す。

2 観測日は、日積算日射量 18.45 MJ/m^2 、日最高オキシダント濃度 107 ppb (高津局, 14時)であった。

表5 オキシダント濃度最大日の風向風速観測値

時刻	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24
センター	ESE	E	S	C	C	SE	SSE	S	NE	NNE	N	NNE	N	NNW	NNE	N	NNE	NNE	C	SE	SE	SSE	C	SE
	0.6	0.5	0.8	C	C	0.9	1.0	0.5	1.4	1.5	1.3	2.4	2.3	1.8	2.1	1.7	1.2	1.1	C	1.2	1.4	0.8	C	0.8
高津	C	WSW	SW	SSW	C	C	SW	C	NNW	NNW	NNW	N	N	N	NNE	N	N	NNW	SSE	SSW	S	C	SW	C
	C	0.5	0.6	1.0	C	C	0.5	C	1.7	2.6	2.5	2.4	2.7	2.7	2.1	2.1	1.8	1.4	0.6	1.1	1.0	C	0.8	C

(注) 上段は風向観測値(16方位)、下段は風速観測値(m/sec)を示す。

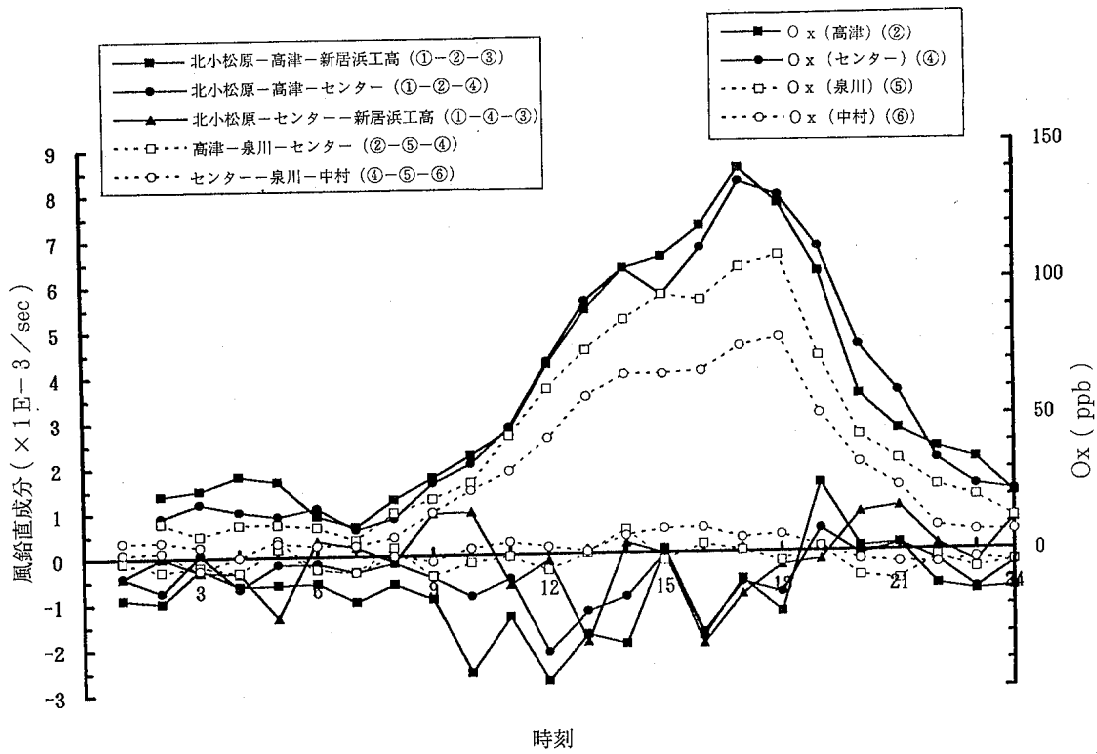


図15 風の鉛直成分とオキシダント濃度の時刻推移(最高濃度日)

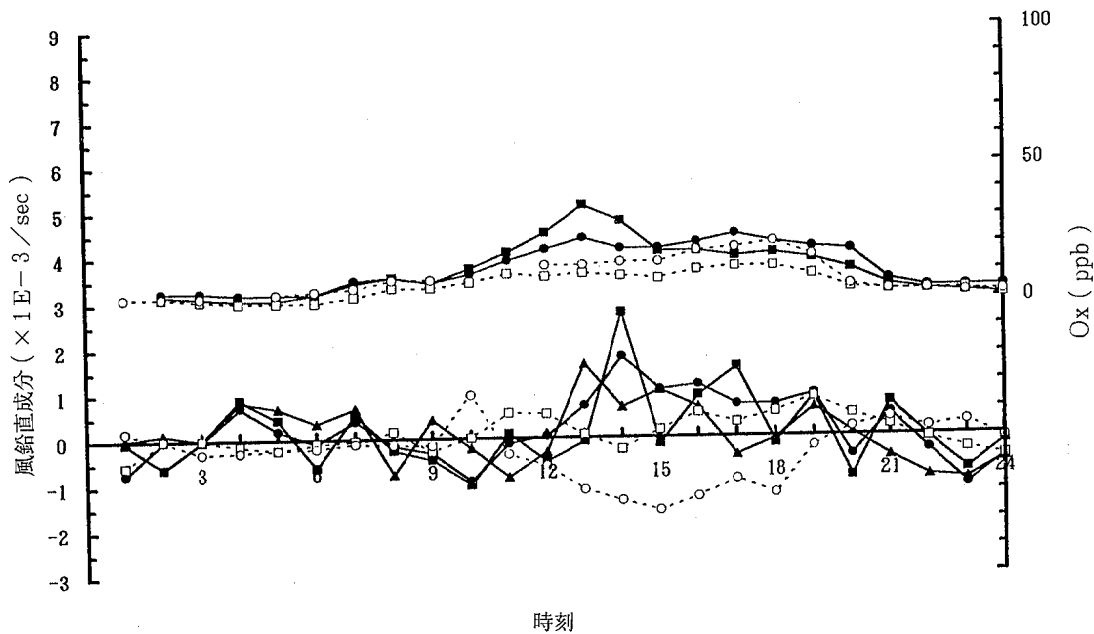


図16 風の鉛直成分とオキシダント濃度の時刻推移(最低濃度日)

リアでは、同時刻の下降流が強くなっている。オキシダント濃度は、高津局≒センター局≒中村局>泉川局の順となっている。

以上の結果から、オキシダント濃度の増減には風の鉛直成分の寄与が大きく、特に、期間中

新居浜地区での最高濃度を支配していた高津局及びセンター局でのオキシダント濃度の増加には、沿岸部での下降流の影響が大きいことがわかる。

3.4.3.3 一次汚染物質との関係

新居浜地区において観測された一次汚染物質濃度は、最も高い局で、窒素酸化物については、1時間値の期間平均値が0.038ppm（中村局）、同最大値が0.151ppm（中村局）であり、非メタン炭化水素については、6～9時3時間平均値の期間平均値が0.25ppmC（センター局）、同最大値が0.68ppmC（泉川局）となっている。

一方、これまでのチャンバー実験の知見から、このような地上局における観測値からは、0.1ppmを超える光化学オキシダントの発生は説明し難い。

従って、沿岸部の固定発生源から排出される高濃度の一次汚染物質を含む気塊が上空に存在し、高濃度オキシダントの発生に関与しているものと推測される。

前項で述べた測定局間の大小関係は、同じように下降流がみられる場合でも、沿岸部の局の方が高濃度となっており、この推測を裏付けるものと考えられる。

また、航空機による実測においても、沿岸部上空で高濃度のオキシダントが観測されたという報告がある³⁾。

4. まとめ（高濃度オキシダント発生機構の推察）

これまでの解析結果から、新居浜地区における高濃度オキシダントの発生機構を次のとおり推察した。

(1) 晴天日の夜間、水平方向、鉛直方向とも風が弱く、安定である場合には、鉛直部の固定発生源から排出された高濃度の一次汚染物質が、自身の浮力と陸風により沿岸部沖上空に集積される。また、接地気層より上空では、オキシダントの消滅速度はゆるやかであることから、前日生成した光化学オキシダント及び自然起源のオゾンがベースロードとして負荷される。

(2) 日の出後、日射量の増加とともに光化学反応が進み、沿岸部沖上空のオキシダント濃度

が増加する。

(3) その結果、オキシダント高濃度部が生じ、それが陸地部上空の海風循環に巻き込まれると、下降部に当たる地域で高濃度オキシダントが観測される。

今後の課題として、

- ① 沿岸部での煙突等を利用した上空オキシダント濃度の実測
- ② 沿岸部での下降流の強弱の発生要因及びその予測の可能性の検討
- ③ 海陸風循環の及ぶ海上範囲の推定
- ④ 解析範囲の東予地域全域への拡張を試み、最終的には、東予地域におけるオキシダント濃度予測モデルを構築したいと考えている。

—参考文献—

- 1) 財団法人日本気象協会：大気汚染気象予報指針，1976.
- 2) 財団法人日本気象協会：昭和52年度環境庁委託業務結果報告書 光化学オキシダント広域解析調査（瀬戸内地域），1978.
- 3) 株式会社数理計画：昭和55年度環境庁委託業務結果報告書 光化学大気汚染予測システム設定調査（瀬戸内地域），1981.
- 4) 奥田典夫他：スモッグチャンバーによる炭化水素窒素酸化物系光化学反応の研究—昭和54年度特別研究中間報告—環境大気中における光化学二次汚染物質生成機構の研究（フィールド研究1），国立公害研究所研究報告，第32号，1982.
- 5) 通商産業省立地公害局：炭化水素等化学反応性物質汚染予測手法開発調査総合報告書，1984.
- 6) 中村洋祐他：愛媛県公害技術センター所報，第13号，6～11，1993.

海水のCOD試験方法の検討

楠 憲一・高松公子・高市恭弘

1. はじめに

100℃における過マンガン酸カリウムによる酸素消費量(COD)は、試薬、器具、操作など、試験条件の差が結果に影響するといわれており¹⁾、平成5年1月のJIS K0102²⁾改正でも、CODの試験方法において、いくつかの点で改良がなされた。

塩化物イオンのマスキング剤として用いる銀塩に、JIS K0102-1986(以下、旧JIS)では硫酸銀粉末を用いていたが、JIS K0102-1993(以下、新JIS)では硝酸銀溶液を用いる方法(以下、硝酸銀法)となり、硫酸銀粉末を用いる方法(以下、硫酸銀法)は備考の方法となった。

一方、新JISによる硝酸銀法と硫酸銀法のCOD値に差はほとんど認められない³⁾とされているが、工場排水や河川水に比べ、海水は塩分が多く、それに対応するマスキング剤を添加する必要があるため、その影響も無視できないと考えられた。

また、本県では、従来から種々の検討をして旧JISを改良し、検水量を50ml、その他の試薬も半分量とする方法(以下、従来法)を用いており、空試験水も塩水(3.1%NaCl)を使用してきた。しかし、新JISでは空試験水には純水

を用いるよう明記してあり、空試験値の差による影響が懸念され、特に公共用水域水質調査におけるCOD値は水質汚濁監視の指標としてデータの連続性を保つ必要があると考えられた。そこで、新JISの硫酸銀法又は硝酸銀法への切り替えに当たって3法による海水のCOD値の比較検討を行った。

2. 実験方法

2.1 試薬・器具

旧JIS及び新JISに準じた。ただし、従来法の場合は容量200mlの三角フラスコを用いた。

2.2 操作

従来法、硫酸銀法及び硝酸銀法の3法について、海水のCOD試験方法の比較検討を行った。硫酸銀法及び硝酸銀法については新JISに準拠し、従来法については、検水量を50ml、空試験水として、3.1%塩水を用いる以外は旧JISに準拠した。これらの試験方法の相違点は表1のとおりである。

なお、硝酸銀法において銀塩を添加する際に、溶液で加えるとボリュームが増えすぎ、適当な酸濃度に調製できないので固体(粉末)を加えた。

2.3 試料

表1 海水のCOD試験方法の主な相違点

項目	従来法	硫酸銀法	硝酸銀法
検水量	50ml	100ml	100ml
空試験水	塩水(3.1%)	純水	純水
銀塩の種類	硫酸銀	硫酸銀	硝酸銀
銀塩添加量	空試験	6g	1g
	海水	6g	10g

実海水は、松山市周辺の沿岸水を採取した。

3. 結果及び考察

3.1 空試験値

銀塩の種類、添加量及び空試験水の違いによる空試験値を求めた結果、表2及び表3が得られた。空試験値は、純水に対し、塩水の方が高く、その傾向は硝酸銀法で顕著であった。

次に、従来法、硫酸銀法、硝酸銀法の空試験値の滴定値を表4に示した。空試験値は、硝酸

表2 硫酸銀を用いた空試験値

試 験 水	硫酸銀	滴定値(ml)
純水 50ml	1 g	0.16
純水 50ml	3 g	0.19
純水 50ml	6 g	0.20
塩水(3.1%) 50ml	6 g	0.20

表3 硝酸銀を用いた空試験値

試 験 水	硫酸銀	滴定値(ml)
純水 100ml	1 g	0.10
純水 100ml	5 g	0.22
純水 100ml	9.6 g	0.25
塩水(3.1%) 100ml	9.6 g	0.73

表4 3試験方法の空試験値

項 目	従来法 ¹⁾	硫酸銀法 ²⁾	硝酸銀法 ³⁾
最 小 (ml)	0.16	0.15	0.08
最 大 (ml)	0.25	0.21	0.11
平 均 (ml)	0.21	0.18	0.09
標準偏差(ml)	0.025	0.017	0.011

1) 塩水(3.1%) 50ml + 硫酸銀 6 g

2) 純水 100ml + 銀塩 1 g

3) 3法とも n = 5

銀法が低く、従来法と硫酸銀法で同程度であった。また、標準偏差値から硝酸銀法が最もバラツキが小さく、従来法のバラツキが大きかった。

3.2 3試験方法の再現性

3試験方法の再現性を確認するために実海水を3法で試験し、過マンガン酸カリウム溶液の消費量のバラツキを求め、表5に示した。標準偏差はいずれも0.1ml以下であり、特に問題はなかった。

3.3 3試験方法の比較

従来法、硫酸銀法、硝酸銀法の3試験方法への実海水の適用を検討した結果、図1～3が得られた。

図1に示した従来法と硫酸銀法の関係は、相関係数 $r = 1.00$ 、回帰式 $Y = 1.08X - 0.11$ となり、よく一致した。

図2に示した従来法と硝酸銀法の関係は、相関係数 $r = 0.98$ 、回帰式 $Y = 1.02X + 0.77$ 、図3に示した硫酸銀法と硝酸銀法の関係は、相関係数 $r = 0.98$ 、回帰式 $Y = 0.97X + 0.86$ となり、いずれも硝酸銀法の方が高い値となった。

3.4 試験操作上の相違点

海水の場合、塩化物イオンと銀塩を完全に反応させるため、十分な攪拌操作が必要で操作時間は3法とも同程度であった。

また、海水の場合、塩化物イオンが多く含まれるため、銀塩を多く添加する必要があるが、硝酸銀法の場合、粉末を加えざるを得ない。硝酸銀は反応性が高いため、粉末使用の場合、粉砕作業時等には呼吸器への吸い込み、皮膚への付

表5 3法の過マンガン酸カリウム溶液の消費量のバラツキ

検 水	従 来 法	硫 酸 銀 法	硝 酸 銀 法
Sample 1	0.36 ± 0.02	0.42 ± 0.02	0.78 ± 0.05
2	0.39 ± 0.03	0.50 ± 0.02	1.01 ± 0.08
3	1.10 ± 0.02	2.02 ± 0.10	2.38 ± 0.04
4	0.67 ± 0.02	1.10 ± 0.05	1.23 ± 0.03
5	0.34 ± 0.02	0.37 ± 0.04	0.65 ± 0.05

注) 平均値 ± 標準偏差値, 単位: ml, n = 4 ~ 5

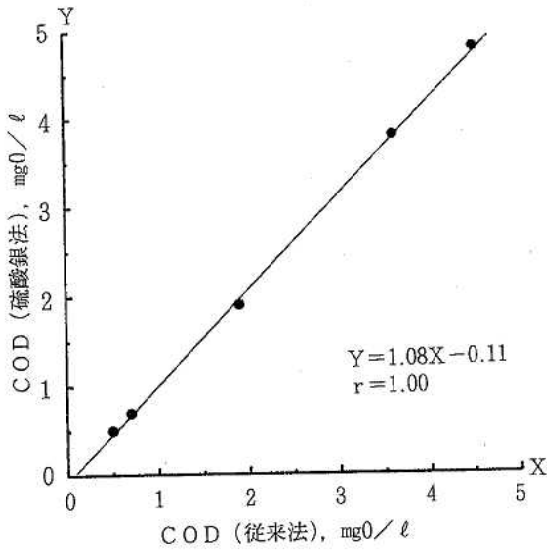


図1 従来法と硫酸銀法のCOD

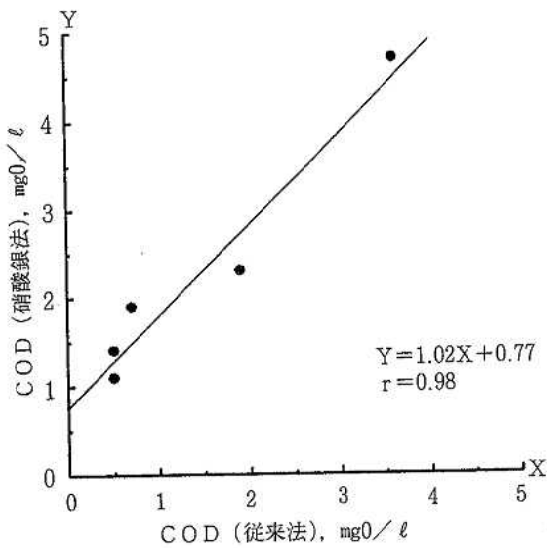


図2 従来法と硝酸銀法のCOD

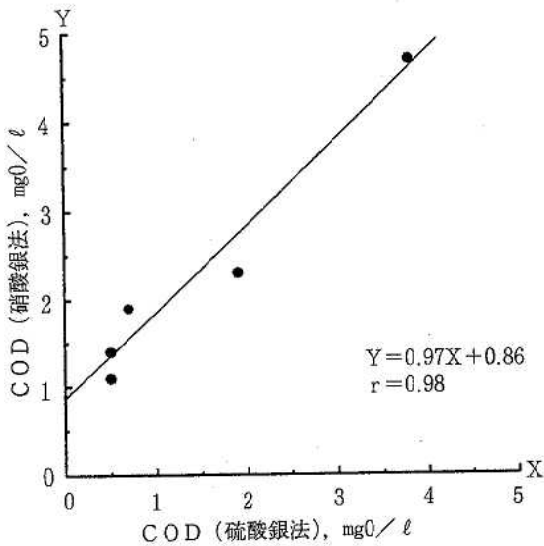


図3 硫酸銀法と硝酸銀法のCOD

着に注意を必要とし、硫酸銀粉末の方が取り扱いが容易であった。

4. まとめ

平成5年1月のJIS K0102の改正に伴って、海水のCOD試験方法について検討した。

空試験値は、純水に対し、塩水のほうが高く、その傾向は硝酸銀法で顕著であった。

空試験値の滴定値は硝酸銀法が最も低く、バラツキは硝酸銀法が小さく、従来法が大きかった。

過マンガン酸カリウム溶液の消費量で求めた3試験方法の再現性については、特に問題はなかった。

従来法と硫酸銀法によるCOD値はよく一致した。COD値は従来法や硫酸銀法に比べ、硝酸銀法の方が高い値となった。

銀塩の取り扱いは、硫酸銀粉末の方が容易である。

従来法から移行する場合、硝酸銀法では、高い値となるので、海水のCODについては、新JISの硫酸銀法がデータの連続性を保つことができ適当であった。

—参考文献—

- 1) 詳解 工場排水試験方法 改訂2版, 日本工業規格協会, 1993.
- 2) 日本工業規格JIS K0102工場排水試験方法, 日本工業規格協会, 1986.
- 3) JIS K0102 改正説明会テキスト, 1993.

六価クロム汚染土壌の処理事例について

松原 洋・菊田正則・室岡 学

1. はじめに

近年、市街地の再開発等に伴い、工場や研究所の跡地などにおいて重金属等の有害物質による土壌汚染が明らかとなる事例が各地で報告されている。

環境庁¹⁾のまとめによると、これらの事例で汚染源となった業種には化学工業、電気めっき業、電気機械器具製造業などがあり、汚染物質としては鉛、六価クロム、水銀等が挙げられている。

本県においても、平成5年度にメッキ工場跡地において六価クロムによる土壌汚染が発見された。

汚染発見の端緒となったのは、工場跡地が道路へ用途変更されることとなり、事前調査を実施したことによるものであった。六価クロムは土壌の汚染に係る環境基準²⁾が設定された有害物質で、除去対策等の早急な対応が必要となり、当センターも参画して汚染状況調査、汚染土壌処理、周辺地下水調査を実施したので、その結果を報告する。

2. 土壌汚染の原因と現地調査

2.1 原因

汚染が発見された場所では、昭和40年から49年までメッキ工場があり、図1の工程による無水クロム酸を使用したクロムメッキが行われていた。

土壌汚染の原因は、メッキ槽や水洗槽への材料の浸漬と吊り上げ操作などの過程で滴下等により流出した無水クロム酸が、長期にわたって工場床面を汚染し、これが更に土壌へと浸透し

ていったものと推定された。

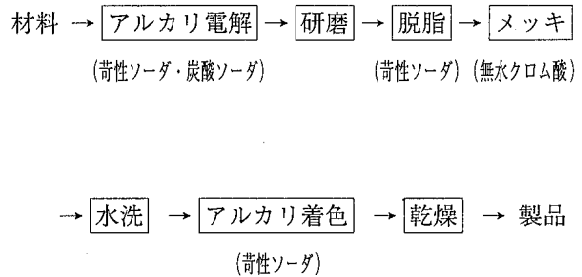


図1 クロムメッキ工程

2.2 現地調査

六価クロム汚染土壌の範囲を明確にし、除去対策等を講じるため「市街地土壌汚染に係る暫定対策指針」³⁾を参考として現地ボーリング調査を行い、採取した土壌について土壌の汚染に係る環境基準別表の測定方法にもとづき、図2に示す溶出試験で汚染の有無を判定することとした。

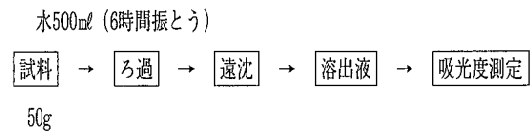


図2 六価クロム溶出試験方法

ボーリング箇所は、メッキ工場関係者からの聞き取り調査で、工場跡地約170m²の汚染が考えられたため、図3に示す11地点で0.2～4mの深さの範囲から土壌をサンプリングした。

現地の地質は、シルト・砂・レキ・粘土が相互に入り混じった状態となっており、このうちの大型のレキがボーリング調査の障害となり、11地点中5地点で2mまでの掘削しかできなかった。

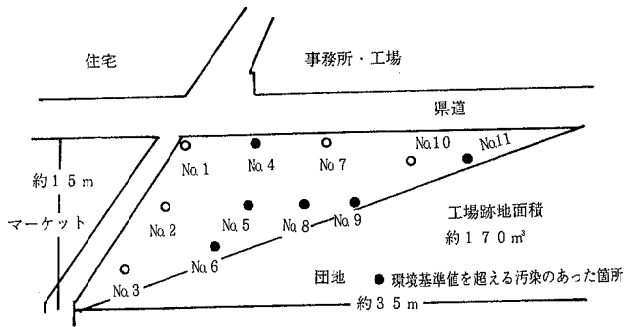


図3 ボーリング地点概要

また、調査地の地下水位は、採取したコアの含水状態から4 m以下で、汚染土壌に達していないことが判明した。

溶出試験の結果は表1のとおりであり、六価クロムによる土壌汚染は8地点で、うち6地点で環境基準値を超える汚染のあることが判明した。また、汚染の状況はボーリングの地点や深さで濃淡があるものの、工場跡地のほとんどの地域で処理対策が必要であることが判明した。

3. 汚染土壌の処分

ボーリング調査で六価クロム汚染が判明した8地点の土壌についてはパワーショベルで掘り起こし、還元剤を投入後、混合して三価クロムへの還元処理を行った。

還元剤は、吉野内ら⁴⁾の報告から亜硫酸ソーダを使用し、還元剤投入後の土壌については、溶出試験結果と前記対策指針を参考に、環境基準値を超えるものについては他所でコンクリート槽への封じ込めを行い、その他の汚染土壌については現地での封じ込めを行った(図4)。

なお、六価クロムの環境基準値は土壌の汚染に係る環境基準別表の備考2の規定を適用(地下水汚染がなく、地下水面から離れている)して、検液1ℓにつき0.15mg以下とした。

3.1 コンクリート槽への封じ込め

六価クロムが環境基準値を超える土壌につい

表1 土壌調査結果(六価クロム溶出試験及び地質)

単位(mg/ℓ)

地点No	1		2		3		4		5		6		7		8		9		10		11		
	分析値	土質	分析値	土質	分析値	土質	分析値	土質	分析値	土質	分析値	土質	分析値	土質	分析値	土質	分析値	土質	分析値	土質	分析値	土質	
0.2	ND	シルト・砂・レキ	0.07	シルト・砂・レキ	ND	シルト・砂・レキ	ND	シルト・砂・レキ	ND	シルト・砂・レキ	ND	シルト・砂・レキ	ND	シルト・砂・レキ	ND	シルト・砂・レキ	0.31	シルト・砂・レキ	ND	シルト・砂・レキ	ND	シルト・砂・レキ	
0.5	ND		0.07	シルト・砂・レキ	ND	シルト・砂・レキ	0.16	シルト・砂・レキ	ND	シルト・砂・レキ	ND	シルト・砂・レキ	ND	シルト・砂・レキ	5.9	シルト・砂・レキ	1.5	シルト・砂・レキ	ND	シルト・砂・レキ	1.1	シルト・砂・レキ	
1.0	ND	シルト・砂	ND	シルト・砂・粘土	ND	シルト・砂	ND	シルト・砂	ND	シルト・砂	ND	シルト・砂	ND	シルト・砂	5.6	シルト・砂	4.3	シルト・砂	ND	シルト・砂	ND	シルト・砂	
2.0	ND	シルト・砂・粘土	ND	シルト・粘土・レキ	ND	シルト・砂・レキ	ND	シルト・粘土	0.24	シルト・粘土	0.73	シルト・粘土	ND	シルト・粘土	5.1	シルト・粘土	0.03	シルト・粘土	ND	シルト・粘土	ND	シルト・砂・レキ	
3.0	ND	砂・レキ(掘削中止)			0.08		(掘削中止)		0.53	砂・レキ	砂・レキ	(掘削中止)		0.61	砂・レキ	砂・レキ	0.61	砂・レキ	ND	(掘削中止)	(掘削中止)	(掘削中止)	
4.0	ND				ND			0.39	シルト・粘土	0.39	シルト・粘土	ND		0.36	シルト・粘土	0.36	シルト・粘土	ND					
備考	-		還元処理後、現地封じ込め		還元処理後、現地封じ込め		還元処理後、撤去		還元処理後、撤去		還元処理後、撤去		-		還元処理後、撤去		還元処理後、撤去		-			還元処理後、撤去	

(注) 分析法 「土壌の汚染に係る環境基準」に示す方法 定量限界値 0.05 mg/ℓ
 環境基準値を超える汚染のあった箇所

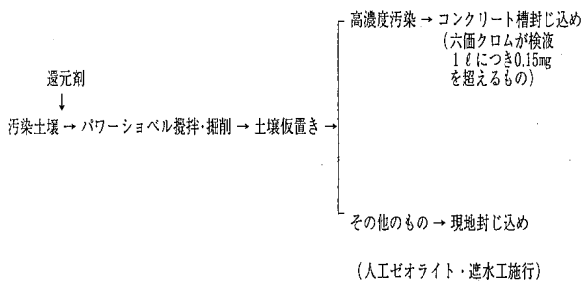


図4 土壌の処分方法

ては、同社他工場のコンクリート製大型槽へ封じ込め、処分終了後は上部からの雨水浸入を防止するため、防水シートで遮へいた。運搬に用いたダンプカーには土壌の落下や滲出液の滴下による二次汚染を防止するため、防水シートを使用した。

3.2 現地での封じ込め

現地での封じ込め対象とした汚染の少ない土壌については、還元剤を混入後、更に人工ゼオライトを添加して三価クロムを土壌中に固定することとした。また、封じ込め地点底部には粘土で不透水層を造成し、上部にはアスファルト舗装を行った。

現地工法の概要を図5に示す。

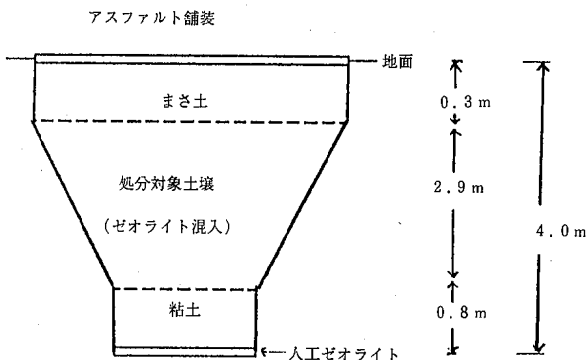


図5 人工ゼオライトによる固定及び遮水工

4. 地下水調査

六価クロムの周辺地下水への影響が懸念されたので図6に示す範囲の地域で地下水利用状況調査と水質調査を実施した。

4.1 周辺地区における地下水利用状況

土壌汚染があった地域は、主要国道に近接し、その下流域には、団地・住宅・保育所等が点在

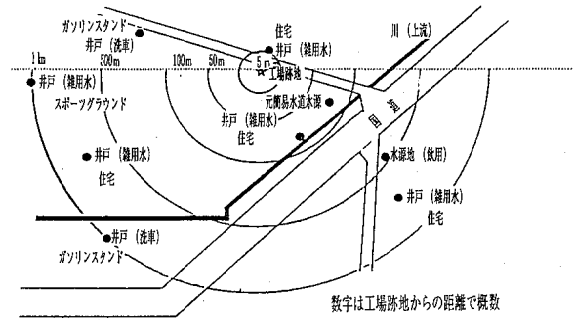


図6 工場跡地と井戸

する近郊住宅地である。

土壌汚染を発見後、ボーリング調査に先だつて周辺地下水の利用状況を調査したところ、10箇所に井戸があり、うち1箇所が飲用されていたが、他の9箇所では飲用せず散水・洗車等に利用されていた。その他の住居は水道水であり、地下水は地域の一部でしか利用されていないことが判明した。

4.2 地下水調査結果

10箇所の井戸について六価クロムの汚染状況を調査するとともに、土壌処理作業に伴う地下水への影響をモニターした。

その結果は、工事前、工事完了後に六価クロムによる地下水汚染はなかったことが判明した。しかしながら、土壌汚染は長期にわたつての影響が考えられるため、今後はこの10箇所の井戸を定点として当分の間、六価クロムの定期的なモニターを行うこととした。

5. 考察

クロムメッキ液の漏出等が原因と考えられる土壌汚染事例は、過去の汚染が長期にわたつて継続するという土壌汚染の特質を示すものであった。

今回の汚染土壌の処理と地下水調査の概要は次のとおりである。

(1) 六価クロムの土壌環境基準値を超える土壌については、還元処理後、直ちにコンクリート槽への封じ込めを行った。このような迅速な対応が可能であったのは、他工場に、転用可能な大型コンクリート槽を所有していたためであ

り、新たな処分地を確保する必要があった場合には、処理対策が遅延したものと考えられる。

(2) 環境基準値以下の土壌についても、安全を期すため還元処理後、人工ゼオライトによるクロムの固定を行ったうえ、現地での封じ込めを実施した。

また、この処分地底面には、粘土を投入して約80cmの不透水層を形成し、上面にはアスファルト舗装による雨水対策を構じたので、今後の新たな環境汚染は防止できると考えられる。

(3) 地下水汚染が見られなかったのは、汚染源となったメッキ工場がクロムメッキ中止後、

跡地に倉庫を建設していたため、雨水浸透がなかったことや、地下水位が汚染土壌まで達していなかったことなどが考えられる

—参考文献—

- 1) 環境庁：平成5年版環境白書（総説）。
- 2) 環境庁告示第46号（平成3年8月23日）。
- 3) 環境庁水質保全局：市街地土壌汚染問題検討会報告書（昭和61年1月）。
- 4) 吉野内茂：愛媛県公害技術センター所報，第9号，29～31，1988。

降雨による環境放射線線量の増加 (第2報)

篠原広充・安永章二

1. はじめに

私たちの身の周りにおける環境放射線線量は、自然現象による変動が大きい。その変動は、U系列、Th系列の娘核種であるラドン、トロンからの影響、前線通過による海洋性気団と大陸性気団の入れ替わりによる気象変化からの影響等を受けることは良く知られている¹⁻³⁾。その他の変動要因としては原子力施設からの寄与も考えられるが、これまでの伊方地域における監視結果ではその影響は認められていない。

本報では、降雨による環境放射線線量の増加等についてすでに松浦ら⁴⁾が報告した期間に、その後のデータを加えるとともに、平成元年度に変更した新単位に全て変換整理し、検討した結果を取りまとめた。

2 調査方法等

2.1 調査期間

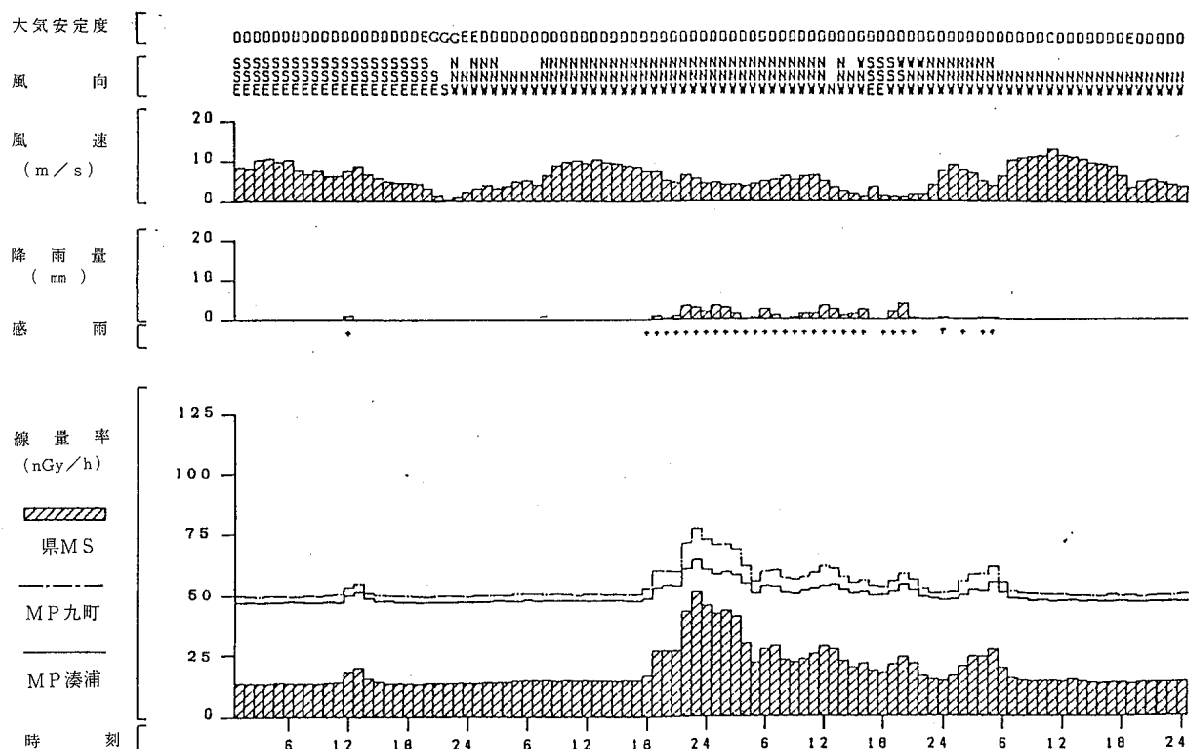
調査期間は昭和54年度から平成4年度まで⁵⁾。

2.2 測定場所及び測定項目

環境放射線線量等の測定場所及び測定項目等は、表1のとおりで、3地点とも連続測定している⁶⁾。

表1 測定場所及び測定項目

測定局名	測定場所	測定項目等
県MS	伊方町九町越公園	線量率 (DBM方式、地上約3m) ダストモニタ (全β放射能) 気象項目 (雨量、風速、風向、 気温他)
MP九町	伊方町九町 町見支所屋上	線量率 (加圧型電離箱、地上約12m)
MP湊浦	伊方町湊浦 役場屋上	線量率 (加圧型電離箱、地上約22m)



注) 大気安定度は、A (不安定側)、A-B、B、B-C、C、C-D、D、E、F、G (安定側) の10段階に分類している。

図1 降雨による環境放射線の一般的な変化例 (平成3年3月20日~23日)

表2 県MSの降雨による線量の増加

単位：μGy

年度 月	昭 和										平 成				平 均
	54	55	56	57	58	59	60	61	62	63	元	2	3	4	
4	0.60	0.50	0.90	0.76	1.03	0.44	1.51	1.21	0.77	0.80	0.44	0.67	1.22	0.57	0.82
5	0.32	0.88	0.71	0.51	0.83	0.48	1.08	1.15	0.87	1.37	1.31	1.06	1.23	0.62	0.87
6	0.66	1.24	1.02	0.78	0.91	1.08	1.14	1.37	0.87	1.57	1.10	0.86	1.84	0.88	1.09
7	0.73	2.01	0.16	2.76	0.79	0.50	0.47	0.70	1.77	0.30	0.60	0.40	0.59	0.56	0.88
8	0.20	1.05	0.18	0.02	0.04	0.21	0.06	0.16	0.32	0.25	0.47	0.35	0.15	0.30	0.27
9	0.26	0.43	0.57	1.07	0.53	0.34	0.23	0.71	0.64	0.83	0.95	0.52	0.23	0.28	0.54
10	0.17	0.58	1.00	0.24	0.64	0.31	0.52	0.57	0.78	0.28	0.38	0.75	0.23	0.23	0.48
11	0.64	0.26	0.90	0.48	0.18	0.19	0.69	0.17	0.41	0.44	0.64	0.42	0.23	0.38	0.43
12	0.51	0.81	0.34	0.22	0.39	0.65	0.54	0.79	0.20	0.20	0.21	0.37	0.85	0.33	0.46
1	1.01	0.21	0.53	0.43	0.50	0.41	0.29	0.64	0.37	0.84	0.99	0.40	0.65	0.64	0.57
2	0.32	0.84	0.89	0.47	0.74	0.76	0.27	0.39	0.71	1.19	1.12	0.95	0.39	0.38	0.67
3	1.48	1.04	1.04	1.13	0.88	1.22	0.93	1.39	1.50	0.84	0.84	1.45	2.45	0.85	1.22
計	6.90	9.65	8.24	8.87	7.46	6.59	7.73	9.25	9.21	8.91	9.05	8.20	10.1	6.02	8.30

注) 降雨による線量の増加は次式により降雨ごとに計算し積算した。

降雨による線量の増加 = (降雨時の線量率) - (バックグラウンド線量率)

3. 結果及び考察

3.1 降雨による環境放射線線量の変動例

降雨による環境放射線線量（以下「線量」という。）の一般的な変動例を図1に示す。このように降雨により線量が上昇し、降雨終了後も1から3時間線量の上昇が認められる。これは大気中に浮遊している天然放射性核種が雨滴とともに降下する現象、いわゆるレインアウト・ウォッシュアウトにより地表に面線源ができるためといわれている^{7, 8)}。

3.2 降雨による線量の増加

昭和54年度から平成4年度までの14年間の県MSの降雨による線量の増加を表2に示す。年度別にみると最高は平成3年度の10.1μGyであり、最低は平成4年度の6.0μGyとなっている。14年間平均値は8.3μGyとなり、一般に言われている年間の降雨による線量の増加約9μGy (1mR)^{9, 10)}とよく一致している。

表3 降雨による月別の線量の増加

単位：μGy

区分 月	県MS	MP九町	MP湊浦
4	0.82	0.59	0.40
5	0.87	0.70	0.44
6	1.09	0.75	0.49
7	0.88	0.52	0.38
8	0.27	0.14	0.11
9	0.54	0.37	0.20
10	0.48	0.36	0.21
11	0.43	0.31	0.22
12	0.46	0.32	0.22
1	0.57	0.44	0.30
2	0.67	0.47	0.33
3	1.22	0.86	0.58
合計	8.30	5.83	3.88

3.3 気象項目と線量の関係

降雨と線量の増加との関係について検討した。

表3の降雨による月別の線量の増加をみると真夏の8月が最も低く6月と3月に高くなっている。降雨時間（ここでは降雨と判定した時間すなわち降雨抽出時間とする）当りの線量の増加状況は、図2を見ると8月が低くなっている。

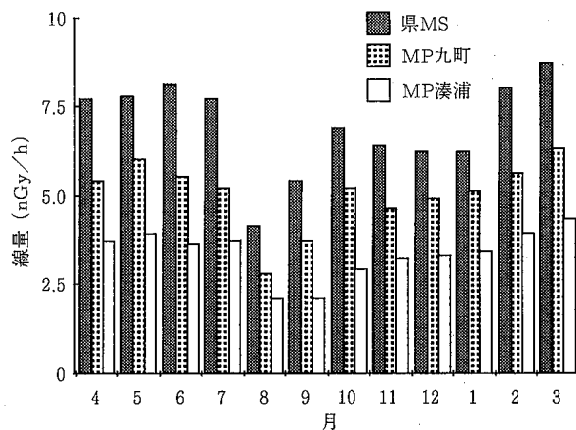


図2 降雨時間当りの線量の増加

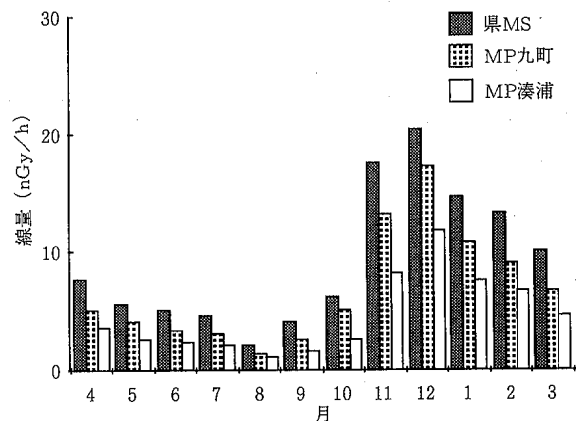


図3 降雨量当りの線量の増加

また、図3の降雨量当りの月別の線量の増加を見ると冬季が高くなっている。これは季節変動として明確に現れたもので、冬期の降水中の比放射能が高いためと考えられる^{11, 12)}。

このような季節変動の原因は、夏はラドン濃度が低い海洋性気団の影響を、冬はラドン濃度の高い大陸性気団の影響によるものと考えられる。

次に測定項目間の関係を見るため表4に相関行列を示す。線量の増加(No.1, 8, 11)は、降雨時間(No.2)、降雨量(No.3)と強い正の相関を示している。これはレインアウト・ウォッシュアウトによるものと考えられる。

降雨量当りの線量の増加(No.7, 10, 13)は、降雨量(No.3)、気温(No.5)と負の相関を示している^{13, 14)}。これは、降水中の比放射能が降雨量が多いほど、気温が高いほど、低くなることを示している。

気温(No.5)と降雨時間当りの線量の増加(No.6, 9, 12)とは、負の相関が認められ、気温(No.5)と降雨による線量の増加(No.1, 8, 11)とは明確な関係はなかった。

風速と線量の増加とは、明確な関係が認められなかった。

なお、風向では、南高北低の気圧配置による南よりの風が卓越する8月が、降雨による線量の増加が低い時期と一致した。しかし、8月以外の月については、主風向が北寄りの風となり明確な関係は出現しなかった。

3.4 地上高さと降雨による線量の増加

各連続モニタの検出器地上高さが県MSは約3m、MP九町は約12m、MP湊浦は約22mとなっている。

この3測定局は検出器周辺環境の相違等があり多少無理な点もあるが、地上高さの違いからくる降雨による月別の線量の増加を県MSを基準として比較してみると、表5に示すとおり、地上から離れるほど降雨による線量の増加割合が小さくなっている。

表5 測定局間の線量の増加割合

県MS (約3m)	MP九町 (約12m)	MP湊浦 (約22m)
1.00	0.70	0.47

注) () 内は地上高

表4 相関行列

No	項目	単位	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
1	県MS線量の増加	nGy	1.000	** 0.897	** 0.707	-0.049	-0.062	** 0.658	-0.144	** 0.901	** 0.461	-0.153	** 0.921	** 0.429	-0.152
2	降雨抽出時間	h		1.000	** 0.691	-0.043	-0.038	** 0.321	* -0.206	** 0.816	* 0.195	* -0.206	** 0.813	0.158	* -0.209
3	降雨量	mm			1.000	** -0.383	** 0.447	** 0.334	** -0.344	** 0.633	** 0.217	** -0.324	** -0.612	0.154	* -0.347
4	風速	m/s				1.000	** -0.780	0.053	* 0.174	0.057	* 0.214	* 0.189	0.106	** 0.309	** 0.242
5	気温	℃					1.000	-0.179	** -0.348	-0.108	** -0.236	** -0.336	-0.153	** -0.294	** -0.380
6	No.1/No.2	nGy/h						1.000	0.040	** 0.600	** 0.794	0.021	** 0.632	** 0.757	0.029
7	No.1/No.3	nGy/mm							1.000	-0.133	0.071	** 0.969	-0.124	0.057	** 0.955
8	MP九町線量の増加	nGy								1.000	** 0.663	-0.091	** 0.921	** 0.510	-0.112
9	No.8/No.2	nGy/h									1.000	0.146	** 0.575	** 0.807	0.122
10	No.8/No.3	nGy/mm										1.000	-0.109	0.092	** 0.981
11	MP湊浦線量の増加	nGy											1.000	** 0.647	-0.076
12	No.11/No.2	nGy/h												1.000	* 0.170
13	No.11/No.3	nGy/mm													1.000

注 1 項目毎のN数=141(月間値)
2 **は99%で有意、*は95%で有意

3.5 降雨時の線量と降雨時以外の線量との関係

前述のとおり降雨時に線量の増加が認められる。このことから、当センターでは、降雨により線量の増加した時刻を「降雨時」、それ以外の時刻を「降雨時以外」として、評価年度を除く過去2年間分を母集団として「平均値+標準偏差の3倍」の値（以下「 $M+3\sigma$ 」という。）を求め、その値をふるい分けの物差しとして、膨大な連続測定結果を年度毎評価している。

そこで、降雨時の「 $M+3\sigma$ 」を超えた線量について、月・日・時刻別に検討した。図4の降雨時の「 $M+3\sigma$ 」を超えた月別回数によると、梅雨時期（6,7月）に多くなる現象が認められた。しかし、日・時刻別では何等傾向は認められなかった。

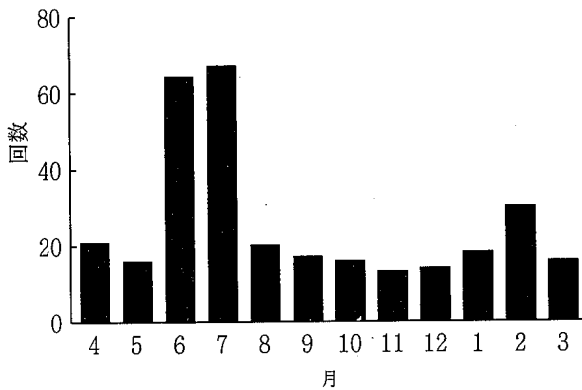


図4 降雨時の「 $M+3\sigma$ 」を超えた月別回数(県MS)

次に降雨時以外の「 $M+3\sigma$ 」を超えた線量（最大で2 nGy/h上回った）について、月・日・時刻別に検討した。図5に示した月別回数によると、9月に多く、線量が上昇する時刻では、大気浮遊じん中の全β放射能も同時に増加していた。その例を図6に示す。

図7に示す時刻別回数によると、日射量が最大となる2時間前の10時から12時に多くなる現象が認められた。

この原因は、

- ①日射量の増加に伴い地表面近くの大地の温度が高くなり、地中水分の減少によるγ線の遮蔽効果の影響

- ②大気浮遊じん中の全β放射能の増加による影響

- ③県MSが佐田岬半島の海拔約210mの丘にあり海まで南北とも約1kmに位置することによる地形からくる気象条件による影響等が考えられる¹⁶⁾。

日別では何等傾向は認められなかった。

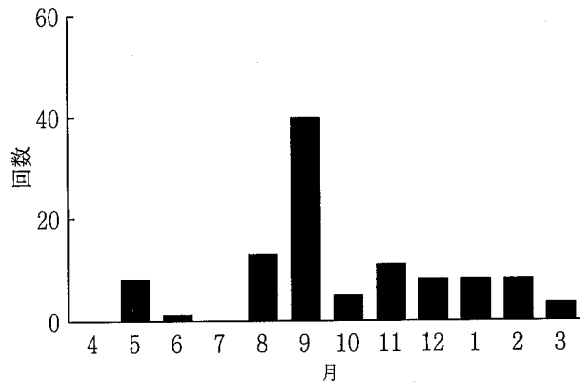


図5 降雨時以外の「 $M+3\sigma$ 」を超えた月別回数(県MS)

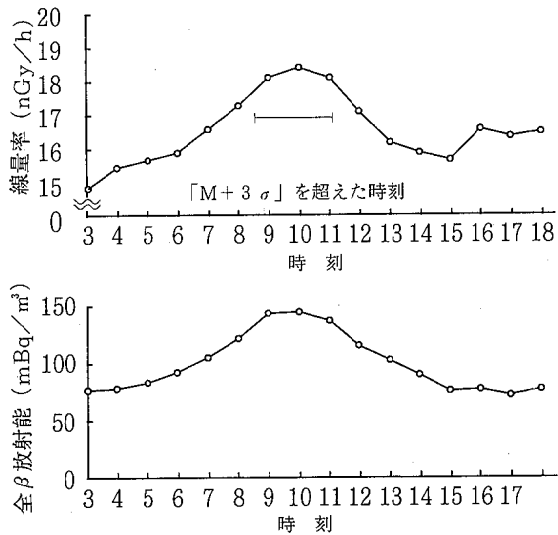


図6 線量率と大気浮遊じん中の全β放射能濃度の上昇例(平成3年9月8日)

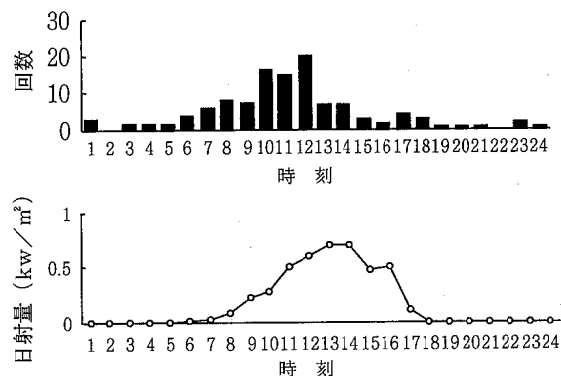


図7 降雨時以外の「 $M+3\sigma$ 」を超えた時刻別回数と日射量(県MS)

4. まとめ

降雨による線量の増加の検討結果から、次のことがわかった。

(1) 県MSにおける降雨による線量の増加は年間 $6.0\mu\text{Gy}$ から $10.1\mu\text{Gy}$ であり、14年間平均値は $8.3\mu\text{Gy}$ である。

(2) 降雨による線量の増加は8月が最も低く、6月と3月に高くなる。

(3) 降雨時間当りの線量の増加が8月が低くなる。

(4) 降雨量当りの線量の増加は冬季が高くなる。

(5) 線量の増加は、降雨時間、降雨量と強い正の相関を示している。

(6) 降雨量当りの線量の増加は降雨量と気温とに負の相関を示し、降水中の比放射能に季節変動が現れた。

(7) 風向では、南よりの風が卓越する8月が、降雨による線量の増加は低いが8月以外の月については、主風向が北寄りとなり明確な関係は出現しなかった。

(8) 降雨による線量の増加は地上から離れるほど小さくなっている。

(9) 降雨時の「 $M+3\sigma$ 」を超えた月別回数は、梅雨時期(6, 7月)に多くなることが認められた。しかし、日・時刻別では何等傾向は認められなかった。

(10) 降雨時以外の「 $M+3\sigma$ 」を超えた時刻では、大気浮遊じん中の全 β 放射能が上昇するときで、9月に多くなることが認められた。時刻では、日射量が最大となる2時間前の昼に多くなることが認められた。

しかし、日別では何等傾向は認められなかった。

今後も環境放射線等の調査のためテレメータシステムのメモリー数の増設、スペクトロメータによる連続測定システムの導入等を推進する

とともに、降雨等気象条件の変化に伴う線量の変動要因を解明する等引続き調査研究していきたい。

—参考文献—

- 1) 湊進：名古屋工業技術試験所報告，第26巻第6号，昭和52年。
- 2) 森内茂：RADIOISOTOPES, Vol.126 No4 60-64, 1977.
- 3) 辻本忠：続大気中のラドン族と環境放射能，97-100, 1990.
- 4) 松浦榮美他：愛媛県公害技術センター所報，第5号，30~32, 1983.
- 5) 愛媛県：伊方原子力発電所周辺環境放射線等調査結果，昭和52~平成4年度。
- 6) 科学技術庁：連続モニターによる環境 γ 線測定法，昭和57年。
- 7) 片瀬彬：環境放射線，研究の現状と展望，77-86, 1984.
- 8) 下道国：続大気中のラドン族と環境放射能，119-125, 1990.
- 9) 岡野真治：第1回放医研環境セミナー，7-9, January, 1975.
- 10) 藤波直人：京都府衛生公害研究所報，第24号，101-105, 1979.
- 11) 大西勝基：環境放射能，研究の現状と展望，61-73, 1984.
- 12) 早川博信：福井県環境放射線監視センター年報，59-64, 1983.
- 13) 湊進：環境放射線，研究の現状と展望，87-97, 1984.
- 14) 早川博信：福井県環境放射線監視センター年報，67-72, 1982.
- 15) 金子敏明他：愛媛公害技術センター所報，第6号，37-43, 1985.
- 16) 大西勝基他：福井環境放射線監視センター年報，88-90, 1981.

モニタリングポイント29番地点における積算線量の上昇の原因について

山本英夫・三谷美嶺雄・篠崎由紀
篠原広充・安永章二・渡邊郁雄

1. はじめに

愛媛県では、伊方原子力発電所周辺環境放射線モニタリングの一環として環境放射線による外部被曝線量の状況を知るため、昭和50年度から発電所周辺5 km以内の9地点（伊方町）及びその比較対照地点として約60 km離れた1地点（松山市）でTLD（熱ルミネセンス線量計）による積算線量の測定を開始した。

その後、調査地点を54年度には20地点（伊方町及びその周辺市町村）、57年度は1地点（宇和町）追加し、監視調査の範囲を約20 kmまで拡大している。

今回、モニタリングポイント29番地点（大洲市大洲）の平成4年度第3・四半期（10～12月）の積算線量が $143 \mu\text{Gy}/91\text{日}$ と過去最高値となり、その後も引き続き積算線量の上昇が見られたことから、その原因について検討したので概要を報告する。

2. 調査方法

2.1 調査地点

調査地点は、愛媛県が毎年度策定している「伊方原子力発電所周辺環境放射線等調査計画」¹⁾に定めるモニタリングポイント（以下「MP」という。）29番地点（MP29、県立大洲高等学校グラウンド横）である。

また、MP29の比較対照地点として、定期（毎月1回）に線量率を測定していること及び長期間にわたって周囲の形状に変化がないこと条件でMP1（松山市）、MP4（伊方町）、MP7（伊方町）、MP27（八幡浜市）を選んだ。

それぞれの地点を図1に示す。

2.2 測定器

TLD

素子 ナショナル：UD-200S

リーダー ナショナル：UD-512P

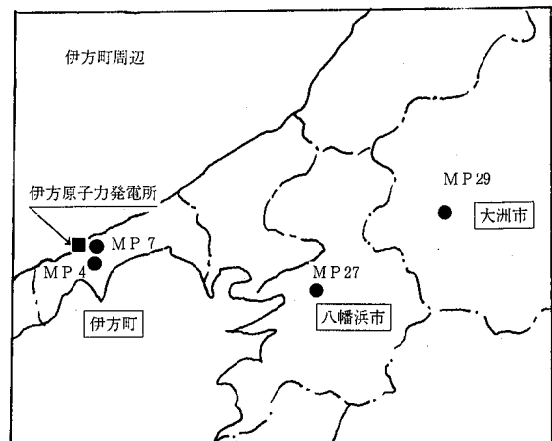
球形3"φNaI(Tl)シンチレーション
スペクトロメータ

アロカ：JSM-101

高純度Ge半導体スペクトロメータ

検出器 PGT：IGC-3019S

多重波高分析器 キャンベラ：Genie
システム



(拡大図)

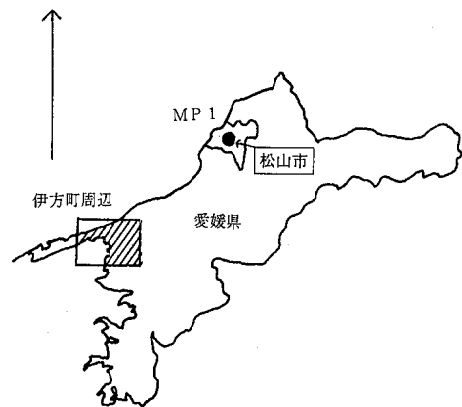


図1 調査地点

2.3 測定方法

2.3.1 積算線量の測定

地上1.5mの高さに設置した木製収納箱にTLD素子(2素子/1本×4本)を置き、四半期毎に設置回収を行い積算線量を測定した。

2.3.2 線量率の測定

球形3"φNaI(Tl)シンチレーション検出器を地上1mに置き、1000秒間測定した後、ピールオフ法²⁻⁴⁾により線量率を算出した。

また、γ線のエネルギー別線量寄与から連立方程式法⁵⁾により自然放射性核種(U系列, Th系列, K-40)の寄与線量率を同時に算出した。

2.3.3 土壌中の放射性核種の測定

採取土壌は105℃で乾燥後粉碎し、1mmメッシュ篩にかけた後U-8容器に詰め、約1ヶ月間放置して自然放射性核種(U系列及びTh系列)の娘核種が放射平衡になるのを待って、高純度Ge半導体スペクトロメータにより80000秒間測定を行い算出した。

3. 結果及び考察

3.1 積算線量の推移

平成2年度から5年度(第3・四半期)までの約4年間の積算線量の推移を図2に、2年度の平均値に対する3年度以降の四半期ごとの変動率[$(\text{四半期測定値} - \text{平成2年度の平均値}) / (\text{平成2年度の平均値}) \times 100(\%)$]を図3に示した。

MP29の積算線量は、4年度第3・四半期に143 $\mu\text{Gy}/91\text{日}$ (91日換算値)となり、本県が自然変動と評価している「前年度までの平均値

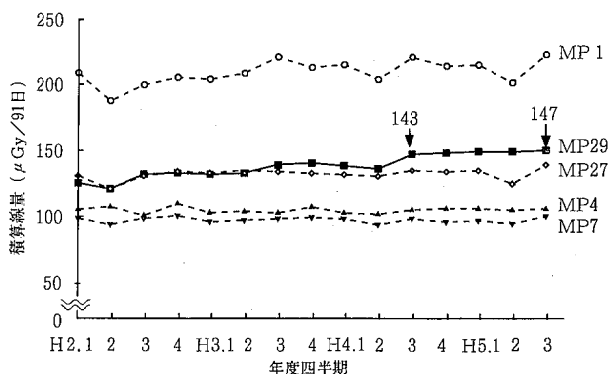


図2 積算線量の推移

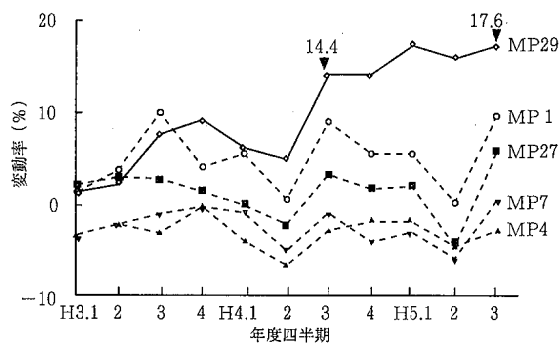


図3 変動率の推移

+標準偏差の3倍」である152 $\mu\text{Gy}/91\text{日}$ を超えていないものの、この値は昭和54年度第4・四半期にMP29で測定を開始してからの最高値となっており、4年度第4・四半期以降も上昇傾向を示しながら145~147 $\mu\text{Gy}/91\text{日}$ を推移した。

また、変動率も4年度第3・四半期に10%を超え5年度の第1・四半期には約18%となり、他の対照地点の変動率と比較して、大きく増加している。

3.2 積算線量と球形3"φNaI(Tl)シンチレーションスペクトロメータによる線量率の関係

平成4年度のMP1, MP4, MP7及びMP27の4地点の積算線量と球形3"φNaI(Tl)シンチレーションスペクトロメータによる線量率の関係を図4に示す。

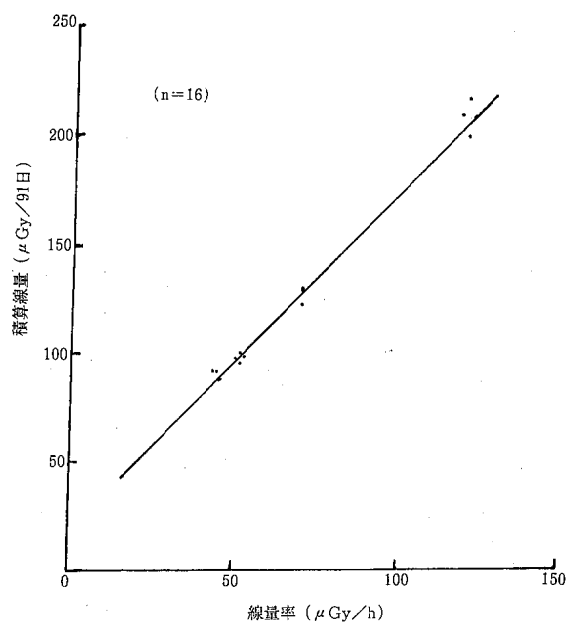


図4 積算量と線量率の相関図

結果は良い相関を示し、次のような回帰式が得られた。

$$Y=1.56 X+18.9 \quad (r=0.995)$$

但し、

Y：積算線量 ($\mu\text{Gy}/91\text{日}$)

X：球形3" ϕ NaI (T ℓ) シンチレーションスペクトロメータで毎月測定した線量率 (nGy/h) の四半期平均値

r：相関係数

この回帰式から計算したMP29の積算線量とTLDの測定値を表1に示したが、結果は良く一致した。

表1 積算線量の測定値と計算値との比較

球形3" ϕ NaI(T ℓ)による線量率(nGy/h)		71 (H4.6測定)	81 (H5.1測定)
積算線量 ($\mu\text{Gy}/91\text{日}$)	TLD測定値	133 (H4.第1四半期)	143 (H4.第4四半期)
	計算値	130	145

このことからTLDの測定値の精度には問題はないと考えられる。

上記の相関性の良い一次回帰式が得られたこと及び上記対照調査4地点での球形3" ϕ NaI (T ℓ) シンチレーションスペクトロメータで測定した宇宙線線量率が24~30 nGy/h (平均27 nGy/h) とほぼ一定であったことから、MP29での四半期毎のTLD測定値への宇宙線の寄与の差は小さいものと考えられる。

また、MP29の周囲数十m以内には4年度に新建造されたものではなく、地表付近の空間放射線に直接寄与しているのは深さ30cm程度までの土壤であること⁹⁾を考慮すると、積算線量の上昇はMP29の付近の土壤成分に何等かの変化があったことによるものと推測される。

3.3 線量率の測定

MP29での球形3" ϕ NaI (T ℓ) シンチレーションスペクトロメータによる線量率の測定は、平成4年度第3・四半期以前では平成4年6月に実施しており、今回、新たに積算線量の上昇の原因を検討するため、5年1月に測定を実施

した。

これらの測定データから γ 線線量率及び放射性核種による寄与線量率を算出し、その結果を図5に示した。

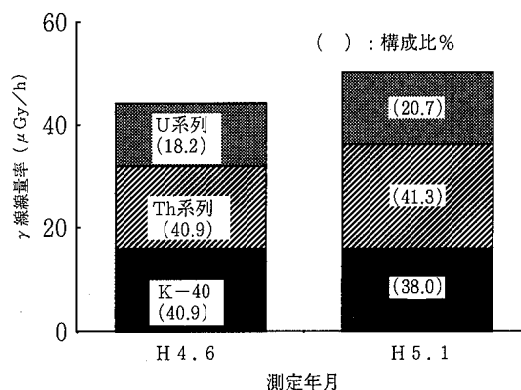


図5 寄与線量率

線量率は、均一な半無限体積線源上1mの1点では半径5m以内にある線源からの寄与が約70%と言われている⁷⁾。

MP29の場合、周辺環境が十分な広がりをもっているため、球形3" ϕ NaI (T ℓ) シンチレーションスペクトロメータによる測定結果には土壤中の放射性核種の影響が支配的であると考えられる。

図5が示すように、 γ 線線量率及びU系列の寄与線量率が増加していることは、明らかにMP29付近の土壤成分が変わってきていることを示している。

MP29の収納箱はテニスコート場に接する校庭の片隅に設置されている。そのため、テニスコート場の整備に使用された資材や客土が γ 線線量率及びU系列の寄与線量の変動を与えてきたものと考えられる。

3.4 土壤の核種分析

MP29の周囲1m以内及び数m離れたテニスコートの表土を採取し、高純度Geによる土壤の核種分析を行い、その結果を表2に示した。

S2はS1と比較して、K-40の濃度が約4倍、U系列も多少高くなっているなど、S1とS2の土壤成分は明らかに異質のものである。

大地の線量分布は複雑で状況を正確に把握す

表2 放射性核種分析結果
(単位: Bq/kg乾土)

資料番号	U系列	Th系列	K-40
S1(1m以内)	32.6±0.89	43.3±1.19	307±7.3
S2(テニスコート)	43.1±1.09	38.3±1.27	1232±14.9

④1 試料採取日
S1:平成5年9月30日, S2:平成5年7月20日
2 計算に使用したγ線のピークエネルギー
U系列609.31keV(Bi-214), Th系列583.21keV(Tl-208), K-40 1460.74keV

ることは難しいが、積算線量の上昇は線量の高い資材や客土がテニスコート場の整備に新たに使用されたか、又は風雨等により収納箱の設置地点の近くまで拡散されたことから起きたと判断した。

4. まとめ

MP29での積算線量の増加の原因は、球形3"φNaI(Tl)シンチレーションスペクトロメータ及び高純度Geを使った調査の結果、収納箱の設置地点周辺にあるテニスコート場の整備に使用されたK-40の濃度が高い資材や客土によるものであることがわかった。

また、TLDの調査地点は、MP29以外にも学校のグラウンド内、又はその周辺にあるものがある。

グラウンドでは、時々整備のため客土が使用されているので、今後、これら調査地点での積算線量の変化には特に注意が必要である。

—参考文献—

- 1) 平成5年度愛媛県伊方原子力発電所周辺環境放射線等調査計画, 6~8, 1993.
- 2) 岡野真治: 理科学研究所ニュース, No.58, 5~8, 1979.
- 3) 熊谷秀和: 岡野真治: 理化学研究所報告, 第58巻, 1~10, 1982.
- 4) 青野 真他: 愛媛県公害技術センター所報, 第3号, 36~39, 1981.
- 5) 篠原広充: 愛媛県公害技術センター所報, 第8号, 58~62, 1987.
- 6) (財)原子力安全研究協会: 環境放射線モニタリング, 14, 1987.
- 7) 長岡 鋭他: 保健物理, 26, 129~137, 1991.

環境大気中の低沸点有機塩素化合物の濃度について

門家重治・芝 信明・山内昌博

1. はじめに

平成5年4月のトリクロロエチレンおよびテトラクロロエチレンの大気環境指針(暫定値)の設定に基づき、本県でも大気中のこれらの物質の濃度について実態調査を行っているところである。

今回は、これまでに得られた調査結果の概要を速報する。

2. 調査方法

2.1 調査期間および地点

平成5年11月から平成6年2月にかけて、県内の4市、2町において計14地点で調査を行った。表1に各地点の概要を示す。松山市の2地点以外は発生源の周辺であり、発生源1カ所当たり2地点で調査した。

2.2 試料の捕集および分析方法

市販の活性炭チューブ(スベルコ社製、カーボシーブG)に、約0.2ℓ/minの速度で24時間大気を吸引後、活性炭を取り出し5mlのヘキサンで抽出を行い、抽出液を表2の条件でガスクロマトグラフに注入して分析した。

なお、抽出率は100%として大気中の濃度を算出した。

3. 調査結果

表3に調査結果を示す。

松山市の2地点は近くに発生源のないところで、トリクロロエチレンは0.042と0.047ppb、テトラクロロエチレンは0.008と0.012ppbとともに濃度は低かった。

トリクロロエチレンについて他の地点と松山

表1 調査地点の概要

No	場 所	調 査 期 間	用 途 地 域	周辺の発生源(使用物質)	排出口からの位置
1	松山市北部	11/22~23	住居地域	なし	—
2	松山市中心部	11/24~25	近隣商業地域	なし	—
3	松前町	11/30~12/1	住居地域	アスファルト試験(トリクロロエチレン)	南東, 100m
4	〃	〃	〃	〃	南西, 170m
5	城辺町	12/7~8	近隣商業地域	ドライクリーニング(テトラクロロエチレン)	西, 80m
6	〃	〃	〃	〃	東, 90m
7	八幡浜市	12/21~22	近隣商業地域	ドライクリーニング(テトラクロロエチレン)	東, 60m
8	〃	〃	〃	〃	北, 60m
9	新居浜市	1/19~20	住居地域	塩化ビニール製造(トリクロロエチレン)	南東, 530m
10	〃	〃	〃	〃	南, 680m
11	西条市	1/27~28	近隣商業地域	ドライクリーニング(テトラクロロエチレン)	南東, 35m
12	〃	〃	〃	〃	北西, 40m
13	新居浜市	2/2~3	住居地域	ドライクリーニング(テトラクロロエチレン)	南西, 90m
14	〃	〃	〃	〃	北東, 80m

表2 GC分析条件

装置	島津製作所製 GC-14A		
カラム	10%シリコンDC-550, 3m×3mm i.d.		
温度	カラム	70℃	
	検出器	200℃	
	注入口	200℃	
キャリアガス	N ₂ , 40ml/min		
検出器	ECD		
試料注入量	2μl		

表3 大気中の低沸点有機塩素化合物の濃度

No	発生源での使用物質	トリクロロエチレン(ppb)	テトラクロロエチレン(ppb)
1 (松山市)	—	0.042	0.008
2 ()	—	0.047	0.012
3 (松前町)	トリクロロエチレン	0.11	0.038
4 ()	〃	0.20	0.035
5 (城辺町)	テトラクロロエチレン	0.034	1.04
6 ()	〃	0.032	0.053
7 (八幡浜市)	〃	0.030	0.16
8 ()	〃	0.032	0.11
9 (新居浜市)	トリクロロエチレン	0.073	0.020
10 ()	〃	0.050	0.013
11 (西条市)	テトラクロロエチレン	0.056	0.33
12 ()	〃	0.062	0.31
13 (新居浜市)	〃	0.072	0.019
14 ()	〃	0.076	1.83

市を比べてみると、発生源の周辺である松前町と新居浜市 (No.9, 10) では、0.050 から0.20 ppbと松山市より高かった。それ以外の地点では、城辺町と八幡浜市では0.030から0.034ppbで松山市より低かったが、西条市と新居浜市 (No.13, 14) では0.056から0.076ppbと松山市よりやや高かった。

同様にテトラクロロエチレンについて比べてみると、発生源の周辺の城辺町、八幡浜市、西条市、新居浜市 (No.13, 14) で0.019から1.83 ppbであり、松山市よりかなり高い地点があった。それ以外の地点では、新居浜市 (No.9, 10) が0.013から0.020ppb、松前町では0.035から0.038 ppbで松山市よりやや高かった。

4. まとめ

県下14地点について、大気試料を24時間活性炭チューブに捕集して低沸点有機塩素化合物の濃度を調査した。その結果、トリクロロエチレンは0.030から0.20ppb、テトラクロロエチレンは0.008から1.83ppbの範囲にあり、ほとんどの調査地点で発生源の影響が認められるものの、それぞれ環境指針値 (トリクロロエチレン 47 ppb, テトラクロロエチレン34ppb) より低い値であった。

なお、詳しい考察に関しては次回に報告する予定である。

環境影響化学物質情報提供事業について

青木平八郎

1. はじめに

近年の複雑化、多様化している環境問題に的確に対応するためには、行政と住民、事業者が一体となって、地域の望ましい環境を明らかにし、実現に向けて諸施策を総合的かつ計画的に進めていくことが課題となっている。

このような現状において、全国的にも環境情報管理システムの整備が検討されており、環境に関するいろいろなデータの一元管理を行い、環境汚染の未然防止、快適環境の創造といった予見的、総合的な環境施策の展開のために役立つ情報を分かりやすい形で提供するシステムが必要である。

当センターにおいては、平成5年4月、組織改正により「公害技術センター」から「環境保全センター」に改称し、総務課に環境情報係が設置され、新たに「環境影響化学物質情報提供事業」が開始されたので紹介する。

2. 事業の概要

2.1 事業目的

化学物質による環境汚染を防止するため、化学物質を取り扱う事業所に対する環境汚染防止対策推進に必要な情報を提供するとともに、県民の関心が高い化学物質関連情報を提供し、化学物質に関する県民の正しい理解を促す。

2.2 事業内容

(1) 環境影響化学物質情報に関する情報提供事業

① 化学物質に関する排出防止技術等の事業所への情報提供

◦ 提供内容：毒性及び毒性の低い代替品、取扱上の注意、事故時の措置・救急措置法、国・県等の規制状況、排出防止技術及び処理技術、事故事例及び環境汚染事例、物理化学的特性、測定方法など

◦ 提供回数：年2回

◦ 提供部数：1,200部(600部/回)

② 化学物質に係る一般知識をパンフレットにより一般県民や事業所へ提供

◦ 提供内容：くらしの中にある化学物質、環境への排出経路、化学物質問題の現況、化学物質に係る環境調査の現況及び調査結果、環境汚染の未然防止策、化学物質の用語解説など

◦ 提供回数：年1回

◦ 提供部数：1,000部

③ 化学物質情報検索

化学物質による環境汚染対策を強化、充実させるためには、化学物質の性状、毒性等に関する最新の学術データを収集、蓄積し、必要に応じて迅速にデータの提供を行う化学物質情報検索システムが必要である。

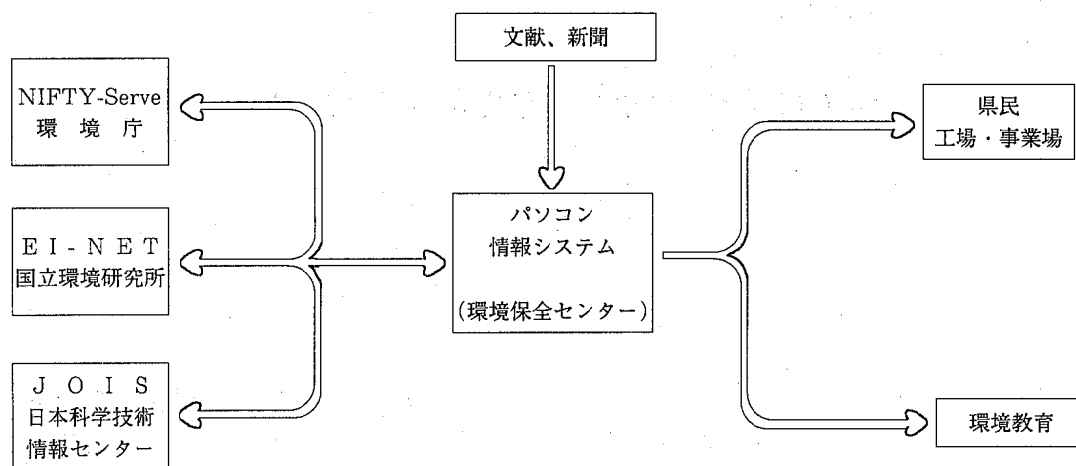
当センターでは、パソコン通信を利用した情報ネットワークシステムの整備を行っている。

情報ネットワークシステムの概要は、次のとおりである。

(2) 環境に関するデータベース事業

① パソコン活用による環境関連文献、資料のデータベース化

パソコンを利用し、当センター所蔵の図書、雑誌、論文をデータベース化し、必要に応じて



情報ネットワークシステム

検索できるよう整備を行っている。

② パソコン活用による環境関連マスコミ情報のデータベース化

パソコンを利用し、新聞5社（愛媛、朝日、読売、毎日、環境）の環境関連記事のデータベース化を行っている。

(3) 環境学習情報事業

① 環境学習に関する資料や教材の提供

上記(1)及び(2)の事業で得た情報をもとに資料を作成し、保健所で開催される環境学習教室等を通して、情報の提供を行っている。

② 精度管理

保健所、市町、分析機関の担当者による分析

技術研修会を開催し、分析担当者間の情報交換や技術研修の指導を行っている。また、環境測定分析統一精度管理調査等の分析研修に参加し、技術情報の交換や精度管理に努めている。

3. おわりに

人類が作り出した化学物質は1千万点を超えると言われており、さらに、年々新たな物質が開発されている状況にある。これら化学物質による環境汚染を防止するためには、この事業をなお一層充実し、環境行政の支援として役立てていきたいと考えている。

愛媛県環境保全センター所報
第 14 号

平成 6 年 3 月 発行

編集発行所 愛媛県環境保全センター
松山市三番町 8 丁目 234 番地(〒790)
電話 松山(0899) 21-3900
FAX 松山(0899) 34-6466

印刷所 (有)仙波印刷所
松山市西垣生町 869-4 番地
電話 松山(0899) 73-1673
